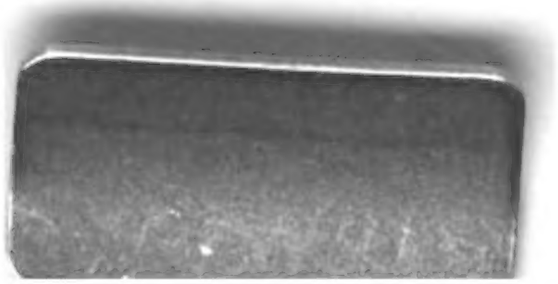
Digitized by Google



Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

THE NEWBERRY LIBRARY CHICAGO

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

DREIZEHNTER BAND.

DER GANZEN FOLGE NEUNUNDACHTZIGSTER.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1828.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Digitized by Google

Memorial Library
University of Wisconsin - Madison
728 State Street
Madison, WI 53706-1494

SOLD BY
THE NEWBERRY LIBRARY.

Digitized by Google

LH
7AN7
89-904 OSU
13 F'07
#190577

Inhalt

des Bandes XIII. der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

I. Bestimmung der richtigen Form und Anzahl der Zähne beim Räderwerk; von A. Müller. 1

II. Nachträge zu meinen Untersuchungen über das Thermometer; von P. N. C. Egen. 33

III. Untersuchung des Wassers der Heilquelle zu Ronneby in Blekingen; von J. J. Berzelius. 49

IV. Ueber das Verhalten des Schwefelwasserstoffgases gegen Quecksilberlösungen; von Heinrich Rose. 59

V. Untersuchung des Fahlunits; von Trolle-Wachtmeister. 70

VI. Ueber die öligen und harzigen Producte der trocknen Destillation des Holzes; von J. J. Berzelius. 78

VII. Mineralogisch-chemische Untersuchung einiger Varietäten des Diallags; von Friedrich Köhler. 101

VIII. Versuche über die Bildung von Blitzröhren. 117

IX. Reductionsformel für das Quecksilber-Thermometer bei hohen Wärmegraden; von E. F. August. 119

X. Ueber die Berechnung der Expansivkraft des Wasserdunstes; von E. F. August. 122

XI. Berechnung der von dem Monde bewirkten atmosphärischen Fluth; von Hrn. Bouvard. 137

XII. Notiz über die täglichen Schwankungen des Barometers auf dem grofsen St. Bernhard. 149

XIII. Ueber das Erdbeben in den Rhein- und Niederlanden vom 23. Februar 1828; von P. N. C. Egen. 153

XIV. Ueber das schwarze kohlensaure Kupferoxyd; von Hrn. Gay-Lussac. 164

XV. Ueber den Nickelglanz am Harze; von J. C. L. Zinken. 165

Zusatz von Gustav Rose. 167

XVI. Ueber die Winkel des Quadratoctaëders beim Honigstein; von Gustav Rose. 170

Digitized by Google

Seite

XVII. Ueber die Zersetzung des Ammoniaks durch Metalle; von Hrn. Felix Savart. 172

XVIII. Bemerkungen über die Darstellung des Broms, des Kaliums und des Natriums; vom Administrator Hermann in Schönebeck. 175

XIX. Nachschrift zu dem Aufsatz des Hrn. Prof. Egen über das Erdbeben vom 23. Febr. 1828. 176

XX. Auszug aus dem Programm der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Harlem für das Jahr 1828. . . . 179

Zweites Stück.

I. Ueber die bittere Substanz, welche durch Behandlung des Indigs, der Seide und der Aloë mit Salpetersäure erzeugt wird; von Justus Liebig. 191

II. Ueber die Krystallisation des Adulars, nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über das zwei- und eingliedrige System; von A. T. Kupffer, ... 209

III. Bemerkungen über die Chromoxyde. 234

IV. Ueber Leidenfrost's Versuch; von G. W. Muncke. 235

V. Zur Geschichte des Tellurs; von N. W. Fischer. . . 257

VI. Versuche über das Alizarin oder den Farbstoff des Krapps, von Zenneck. 261

VII. Darstellung des Stickstoffgases. 282

VIII. Fortsetzung der Untersuchung des Platins vom Ural; von G. Osann. 283

IX. Ueber die Zersetzung mehrerer Chlormetalle durch ölbildendes Gas; von F. Wöhler. 297

X. Ueber den Pyrophor; von Hrn. Gay-Lussac. 299

XI. Neue Methode, Salzkrystalle aufzubewahren. 304

XII. Ueber den Zusammenhang der Hydrometeore mit den Veränderungen der Temperatur und des Barometers; von H. W. Dove. 305

XIII. Versuche über die Wärmeleitung in dünnen Körpern und Beschreibung eines neuen Contactthermometers; von Hrn. Fourier. 327

Digitized by Google

Seite

XIV. Ueber den Hagel und die Hagelableiter; von Hrn. Arago. 344

XV. Neuere Beobachtungen über die Temperatur im Innern der Erde 363

XVI. Beschreibung eines ausgezeichneten Mondhofes; von A. T. Kupffer. 370

XVII. Zerlegung eines neuen gelblichen Minerals von Fahlun; von Trolle-Wachtmeister. 371

XVIII. Ueber die Krystallform der Kohlenstickstoffsäure. . . 375

XIX. Aufforderung zu Beobachtungen über den Höhenrauch. 376

Drittes Stück.

I. Ueber das Gleichgewicht und die Bewegung der elastischen Körper; von Hrn. Poisson. 383

Ueber die Schwingungen tönender Körper. 400

II. Versuche über die Dichtigkeit, Elasticität, Schmiedbarkeit und Stärke des gewalzten und geschmiedeten Eisens; von Lagerhjelm. 404

III. Ueber das Zerreifsen von Harzmassen, welche ein gröfseres Volumen besitzen, als ihnen nach ihrer Temperatur zukommt; von Otto Unverdorben. 411

IV. Elasticität des Eises. 418

V. Ueber das Gewitter; von H. W. Dove. 419

VI. Ueber die Reduction des Schwefelarseniks, nebst nachträglichen Beobachtungen über die Kohlenstickstoffsäure; von J. Liebig. 433

VII. Versuche über die mit dem Platin vorkommenden Metalle, und über das Verfahren zur Zerlegung der natürlichen Platinlegirungen oder Platinerze; von J. J. Berzelius. . . 435

1. Rhodium. Atomengewicht und Chlorverbindungen. S. 437. — Oxyd und Sauerstoffsalze. S. 446.

2. Palladium. Atomengewicht. S. 454. — Chlorverbindungen und deren Doppelsalze. S. 456. — Oxyde und Sauerstoffsalze. S. 461.

3. Iridium. Darstellung. S. 463. — Atomengewicht des Iridiums und des Platins. S. 468. — Chlorverbindungen des Iridiums und deren Doppelsalze.

Digitized by Google

Seite

S. 470. — Oxyde und Sauerstoffsalze des Iridiums. S. 479. — Schwefeliridium. S. 487.

VIII. Ueber die Natur der Kohlenstickstoffsäure; von F. Wöhler 488

IX. Ueber ein einfaches Verfahren zur Darstellung des Chromoxyduls im Grofsen; von G. Frick 494

X. Ueber die Volumensveränderungen bei Mischungen von Alkohol und Wasser; von F. Rudberg 496

XI. Ueber den Herderit, eine neue Mineralspecies; von Wilhelm Haidinger 502

XII. Analyse des mit dem Namen Hisingerit belegten Eisensilicats; von W. Hisinger 505

XIII. Ueber den Couzeranit; von Hrn. Dufrénoy 508

XIV. Beobachtungen über die in krystallisirten Mineralien enthaltenen Flüssigkeiten; von Hrn. William Nicol . . . 510

XV. Höhenbestimmungen in der peruanischen Andeskette . . 514

XVI. Ueber den Tabasheer 522

Viertes Stück.

I. Versuche über die mit dem Platin vorkommenden Metalle, und über das Verfahren zur Zerlegung der natürlichen Platinlegirungen oder Platinerze; von J. J. Berzelius . . . 527

4. Osmium. Darstellung. S. 527. — Atomengewicht. S. 530. — Chlorosmium. S. 531. — Oxyde des Osmiums. S. 539. — Schwefelosmium. S. 550.

5. Methode, die Platinerze zu zerlegen. S. 553. Analyse des von Nischne-Tagilsk, von Goroblagodat, und von Barbacoas. S. 564.

II. Bemerkungen über die Lagerstätte des Platins am Ural . 566

III. Wirkung des Goldes auf Silber in gewöhnlicher Temperatur. 576

IV. Ueber das Beryllium und Yttrium; von F. Wöhler . . . 577

V. Ueber die mittleren Luftströme; von H. W. Dove . . . 583

VI. Ueber barometrische Minima; von H. W. Dove 596

VII. Ueber die Theorie der Elektricität; von Hrn. Bigeon . 614

VIII. Von der aus der Reibung zweier Metalle hervorgehenden Elektricitätserregung; von Hrn. Becquerel 619

IX. Ueber die elektrischen Eigenschaften des Turmalins . . 628

X. Einfluſs des Magnetismus auf die chemischen Actionen . . 631

Digitized by Google

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, FÜNFTES STÜCK.

I. *Bestimmung der richtigen Form und Anzahl der Zähne beim Räderwerk; vom Dr. Anton Müller, Privatdocent an der Universität zu Heidelberg.*

(Hiezu die Tafeln I. und II.)

Dafs man den Zähnen zweier Räder, von denen das eine durch das andere umgedreht wird, nicht jede beliebige Form geben darf, ist eben so anerkannt als wahr. Früher hielt man die Kreislinie für die passendste Form, und noch jetzt wendet man sie gröfstentheils an. Seit aber Römer gefunden und de la Hire gezeigt hat, dafs die Epicycloide, wenigstens in einzelnen Fällen, die richtige Form sey, wird diefs in allen Lehr-, Hand- und Wörterbüchern der Mechanik erzählt und bewiesen. Auch hat sich die Brauchbarkeit der epicycloidischen Form durch mehrere Anwendungen herausgestellt. Betrachtet man die Sache von aufsen her, so scheint diese Uebereinstimmung und der unveränderte Zustand, in dem die Theorie sich seit langer Zeit befindet, handgreiflich darzuthun, dafs man ein für alle Mal das Rechte gefunden habe, und es ist wirklich auch schon oft von einer vorhandenen vollständigen Theorie gesprochen worden. Man darf aber nur etwas genau in den Gegenstand eingehen, um sich zu überzeugen, dafs die wissenschaftliche Untersuchung, wenn nicht in ihrer Kindheit, doch nicht weit über den Anfang hinaus ist.

Digitized by Google

Meine Absicht ist, in einigen Aufsätzen die Resultate einer weitläufigen Untersuchung mitzutheilen, die ich schon vor einiger Zeit über das Zapfenwerk angestellt habe. Ich werde dabei vorerst zwei Fragen abhandeln: wie müssen die Zähne zweier in einander greifender Räder gestaltet seyn, wenn ein ungestörter Gang möglich seyn soll? und wie viele Zähne können die Räder haben? In Rücksicht des ersten Punkts gebe ich für die Verzeichnung der Abrundungscurve solche Vorschriften an, die sowohl den Forderungen der Theorie entsprechen, als auch in der Anwendung von Jedem, der das exacte Zeichnen nur ein wenig versteht, ganz leicht befolgt werden können. In Bezug auf die Zähnezahl werde ich bei jedem Falle die allgemeine Formel angeben, deren Anwendung höchst leicht ist, und am Schlusse des Ganzen eine berechnete Tabelle mittheilen, worin man die für jeden besonderen Fall passende Zähnezahl angegeben findet.

In dieser ersten Mittheilung beschränke ich mich auf die Verbindung von zwei Rädern, deren Axen parallel sind, und von denen das eine aufser dem Umfang des anderen ist.

---

1. Es seyen (Fig. 1.) C und C' die Mittelpunkte, CA und $C'A$ die Halbmesser von den Umfängen zweier Räder R und R', deren Axen parallel sind. Das Rad R werde auf irgend eine Weise in Bewegung gesetzt, und theile dadurch, dafs seine Zähne jene des Rades R' ergreifen, dem Rade R' die Bewegung mit. Die Bewegung geschehe in der Richtung von A nach B, und B'.

Bei dieser Bewegung fallen in jedem Momente, ein Punkt p des Umfangs vom Rade R, und ein Punkt p' des Umfangs vom Rade R', in dem gemeinsamen Punkte A zusammen, und entfernen sich dann wieder, p nach der Richtung AB, und p' nach der Richtung AB'.

Digitized by Google

Haben solche zwei Punkte in irgend einer Zeit die Wege AB und AB' zurückgelegt, so sind diese Wege in einem nothwendigen Zusammenhange, und dieser ist abhängig von der Einrichtung, vermöge welcher das Rad R dem andern Rade R' die Bewegung mittheilt. Es werde vorerst der einfachste Fall angenommen und festgesetzt, dafs die in einerlei Zeit durchlaufenen Wege AB und AB' gleich grofs seyen.

Nennt man

den Halbmesser $CA=a$
- - $C'A=a'$
den Winkel $ACB=\varphi$
- - $AC'B'=\varphi'$,

so findet dieser Voraussetzung gemäfs folgende Gleichung statt:

$$a.\varphi=a'.\varphi' \qquad \ldots\ldots\ldots (1)$$

und diese dient zugleich zur Bezeichnung des angenommenen Gesetzes, wonach die beiden Räder R und R' sich bewegen.

2. Die Mittheilung der Bewegung geschieht in der Art, dafs immer ein Zahn des Rades R an dem vorangehenden Zahne des Rades R' eine Zeit lang anliegt. Vorausgesetzt, die Zähne seyen gut gemacht, so wird keiner von den beiden Zähnen, die an einander zu liegen kommen, die Bewegung des anderen stören; der vorangehende Zahn des Rades R' ist so gestaltet, dafs seine Form in jeder Stellung dem nachfolgenden Zahn des Rades R eine ununterbrochene Berührung gestattet, und die Gestalt des letzteren ist von der Art, dafs durch sie für die Dauer des Einwirkens eine fortwährende Berührung möglich ist. Wenn also der vorangehende Zahn des Rades R' eine bestimmte Form hat, so mufs die Gestalt des nachfolgenden Zahns vom Rade R, für den vorgesetzten Zweck, nach dieser eingerichtet seyn, und umgekehrt. Oder von je zwei auf einander wirkenden Zähnen der beiden Räder ist immer die Form des einen Zahns von der des

Digitized by Google

anderen abhängig, und diese Abhängigkeit wird bezeichnet durch die Bedingung, dafs die beiden Zahnflächen während des Einwirkens sich unausgesetzt berühren sollen.

Weil bei Rädern, wie sie hier vorausgesetzt werden, die Zähne prismatische Körper sind, also die in Betracht kommende Form und Gröfse eines Zahns durch seine Grundfläche bezeichnet wird, so ist, nach der vorigen Betrachtung, das Verfahren, um für zwei in einander greifende Räder die passenden Zahnformen zu erhalten, folgendes:

Für das eine Rad wird irgend eine ebene Linie als Zahnform angenommen, und ihre Lage gegen den Umfang des Rades festgesetzt; für das zweite Rad aber wird eine Linie gesucht, von welcher die angenommene Form in jeder Stellung, die sie vermöge der Umdrehung erhalten kann, berührt wird.

3. Da es gleichgültig ist, für welches Rad die Zahnform angenommen wird, so sei (Fig. 1.) die Linie $\beta\beta'$ die Form, nach welcher die Zähne des Rades R' auf der angegriffenen Seite gebildet sind; diese Linie habe zugleich eine solche Gestalt und Lage, dafs zwischen den senkrechten Coordinaten

$$B'E=u,\quad DE=v$$

eines Punktes D derselben die bestimmte Gleichung

$$F(u, v)=o \qquad \ldots\ldots (2)$$

statt findet.

Hieraus ergiebt sich eine andere Gleichung, welche ebenfalls die Eigenschaften der Linie $\beta\beta'$ bezeichnet, aber ihre Lage gegen den Umfang des Rades R in Rücksicht der Axe CB angiebt. Sind nämlich

$$CF=x,\quad FD=y$$

die senkrechten Coordinaten des Punktes D in Rücksicht der Axe CB, ferner die Linien $B'b$ und Ee zu CB, $B'i$ und Dk zu Ee senkrecht, und wird zur Abkürzung

$$Cb=x',\quad bB'=y'$$

gesetzt, so ist

Digitized by Google

$$x = x' - Dk + B'i$$
$$y = y' + Ek + Ei$$

und

$$Dk = v.\sin(\varphi + \varphi') \quad B'i = u.\cos(\varphi + \varphi')$$
$$Ek = v.\cos(\varphi + \varphi') \quad Ei = u.\sin(\varphi + \varphi'),$$

daher

$$x = x' - v.\sin(\varphi + \varphi') + u.\cos(\varphi + \varphi')$$
$$y = y' + v.\cos(\varphi + \varphi') + u.\sin(\varphi + \varphi').$$

Hieraus folgt nun, dafs

$$\left.\begin{aligned} u &= (y - y').\sin(\varphi + \varphi') + (x - x').\cos(\varphi + \varphi') \\ v &= (y - y').\cos(\varphi + \varphi') - (x - x').\sin(\varphi + \varphi') \end{aligned}\right\} \ldots (3)$$

Für die Darstellung der Hilfsgröfsen x' und y' werde $C'G$ senkrecht zu CB gezogen und $B'i$ bis l in $C'G$ verlängert. Weil nun hiernach

$$x' = CG - B'l$$
$$y' = C'G - C'l$$

und

$$CG = (a + a').\cos\varphi \quad B'l = a'.\cos(\varphi + \varphi')$$
$$C'G = (a + a').\sin\varphi \quad C'l = a'.\sin(\varphi + \varphi')$$

ist, so folgt:

$$\left.\begin{aligned} x' &= (a + a').\cos\varphi - a'.\cos(\varphi + \varphi') \\ y' &= (a + a').\sin\varphi - a'.\sin(\varphi + \varphi') \end{aligned}\right\} \quad \ldots . (4).$$

Setzt man diese letzten Ausdrücke statt x' und y' in den Gleichungen (3), und führt dann die Werthe von u und v in der Gleichung (2) ein, so ergiebt sich eine neue Gleichung

$$F'(x, y, \varphi') = o \quad \ldots . (5),$$

welche aufser x und y auch die veränderliche Gröfse φ' enthält. Es kommt zwar auch der Winkel φ vor; aber da nach (1)

$$\varphi = \frac{a'}{a}.\varphi'$$

ist, so kann φ entfernt, oder als Function von φ' betrachtet werden.

Diese Gleichung (5) giebt für jeden bestimmten Werth von φ' den Zusammenhang der Coordinaten x

Digitized by Google

und y irgend eines Punktes D der Linie $\beta\beta'$ an, und enthält die Bedingung, unter welcher ein Punkt D, dessen Coordinaten x und y sind, in der Linie $\beta\beta'$ seyn kann.

Es sey nun D der Punkt, worin die Linie $\beta\beta'$, bei der durch φ' bezeichneten Stellung, von der anliegenden Zahnform des Rades R berührt wird. Genügen die Werthe der Coordinaten x und y dieses Punkts der Gleichung (5), so ist diese Voraussetzung möglich, jedoch nur in sofern, als dadurch angenommen ist, es sey D ein, beiden Curven gemeinsamer Punkt. Ist D nicht allein beiden Curven gemeinschaftlich, sondern auch der Berührungspunkt derselben, und haben also die Coordinaten x und y dieser Eigenschaft entsprechende bestimmte Werthe, so bleibt D zwar immer ein Punkt der Zahncurve des Rades R, nicht aber, wenn die Lage von $\beta\beta'$ geändert wird, oder φ' einen anderen Werth erhält, ein Punkt der Linie $\beta\beta'$, indem die Berührungspunkte wechseln, und ein Durchschneiden der Curven nicht statt findet. Würde man also annehmen, der Punkt D sey bei der zu φ' gehörigen Stellung von $\beta\beta'$ der Berührungspunkt beider Curven, und bei einer anderen Stellung, in welcher φ' einen anderen Werth $\varphi'+\Delta\varphi'$ hat, ein gemeinsamer Punkt beider Curven, so kann, wenn die beiden Curven sich auch in der letzteren Stellung berühren sollen, diese Annahme nur dann statt finden, wenn φ' und $\varphi'+\Delta\varphi'$ einerlei, also $\Delta\varphi'=o$ ist.

Obgleich diese Bemerkungen eine unmittelbare Folgerung nicht begründen, so bieten sie doch einen sicheren Haltpunkt für die Aufsuchung der Zahncurve des Rades R dar. Wir nehmen deshalb an, der Punkt D, dessen Coordinaten x und y sind, sey bei der durch φ' bezeichneten Stellung der Linie $\beta\beta'$ der Berührungspunkt beider Curven, und bei jener Stellung, die zu $\varphi'+\Delta\varphi'$ gehört, beiden Curven gemeinsam. Damit diefs möglich

Digitized by Google

sey, müssen die Coordinaten x und y solche Werthe haben, dafs nach (5)

$$F^{I}(x, y, \varphi^{I})=o$$

und

$$F^{I}(x, y, \varphi^{I}+\Delta\varphi^{I})=o$$

ist. Statt der letzteren Gleichung kann man auch jene setzen, welche durch Subtraction der beiden Gleichungen entsteht. Daher sind die Bedingungsgleichungen auch

$$F^{I}(x, y, \varphi^{I})=o$$

$$\frac{\Delta F^{I}(x, y, \varphi^{I})}{\Delta\varphi^{I}}=o.$$

Die Werthe von x und y, welche durch diese Gleichungen bestimmt werden, würden der Bedingung, dafs der ihnen zugehörige Punkt D bei der durch φ^{I} bezeichneten Stellung der Berührungspunkt beider Curven seyn soll, genügen, wenn die letzte Gleichung richtig wäre. Da aber die Voraussetzung, auf welcher diese Gleichung beruht, nur dann statt finden kann, wenn $\varphi^{I}+\Delta\varphi^{I}$ mit φ^{I} einerlei, also $\Delta\varphi^{I}=o$ ist, so ist die zweite Gleichung des letzten Paares nur dann wahr, wenn man in derselben $\Delta\varphi^{I}=o$ ist. Daher sind die beiden Gleichungen, denen die Werthe von x und y genügen müssen, folgende:

$$\left.\begin{aligned} F^{I}(x, y, \varphi^{I})&=o \\ \frac{dF^{I}(x, y, \varphi^{I})}{d\varphi^{I}}&=o \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (6).$$

Entwickelt man nun aus diesen Gleichungen die Werthe von x und y, so dafs man hat:

$$\left.\begin{aligned} x&=F^{II}(\varphi^{I}) \\ y&=F^{III}(\varphi^{I}) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (7),$$

so geben diese die Lage des Punkts D an, der bei der zu φ^{I} gehörigen Stellung der einzige Punkt ist, den die Linie $\beta\beta^{I}$ mit der anliegenden Zahnform gemein hat. Die Gleichungen (7) sind daher die Gleichungen der gesuchten Zahnform.

Hierdurch ist der Weg bezeichnet, den man in allen

Digitized by Google

besonderen Fällen zur Auffindung der Zahnform einzuschlagen hat. Ist für die angenommene Linie $\beta\beta'$ die Gleichung zwischen rechtwinklichten Coordinaten u und v, für welche der Halbmesser $C'B'$ die Axe und B' der Anfangspunkt ist, gegeben, so führt man darin statt u und v ihre Werthe aus (3) und (4) ein, und differentiirt die entstandene Gleichung hinsichtlich φ'. Dadurch erhält man zwei Gleichungen, wie hier in (6) angezeigt ist, durch deren Verbindung man unmittelbar zu den Gleichungen der Zahncurve gelangt.

4. Indem ich jetzt an die Behandlung einzelner Fälle gehe, wähle ich zuerst den einfachsten Fall, und nehme an, die Zahnform des einen Rades sey eine grade Linie.

Wenn (Fig. 2.) die vorigen Bezeichnungen und Voraussetzungen gelten, so sey die Linie $\beta\beta'$, welche durch den Endpunkt B' des Halbmessers $C'B'$ geht, und mit diesem einen bestimmten Winkel ψ bildet, die angenommene Form für die Zähne des Rades R'.

Um die Zahnform des Rades R zu erhalten, betrachte man D als Berührungspunkt der Linie $\beta\beta'$ und der anliegenden Zahnform, und nenne u und v die senkrechten Coordinaten dieses Punkts, wobei $C'B'$ die Axe der Abscisse u und B' der Anfangspunkt ist, so ist

$$u.\sin\psi = v.\cos\psi.$$

Sind ferner $CF=x$ und $DF=y$ die senkrechten Coordinaten des Punkts D in Rücksicht CB, so finden zwischen $uvxy$ die Gleichungen (3) und (4) statt, und man erhält, indem man jene mit vorstehender verbindet, folgende:

$$x.\sin(\varphi+\varphi'+\psi) - y.\cos(\varphi+\varphi'+\psi) = (a+a')\sin(\varphi'+\psi) - a'.\sin\psi.$$

Diese Gleichung hinsichtlich φ' differentirt, giebt

$$x.\cos(\varphi+\varphi'+\psi) + y.\sin(\varphi+\varphi'+\psi) = a.\cos(\varphi'+\psi).$$

Verbindet man endlich diese beiden letzten Gleichungen, so erhält man:

Digitized by Google

$$\left.\begin{aligned} x &= a.\cos\varphi + a'.(\sin(\varphi'+\psi)-\sin\psi).\sin(\varphi+\varphi'+\psi) \\ y &= a.\sin\varphi - a'.(\sin(\varphi'+\psi)-\sin\psi).\cos(\varphi+\varphi'+\psi) \end{aligned}\right\} \ldots (8)'$$

Diese Gleichungen (8) enthalten die Haupteigenschaften der Curve, wonach die Zähne des Rades R geformt werden müssen.

5. Für $\varphi = \varphi' = o$ geben die Gleichungen (8) $x = a$, $y = o$; daher ist der Anfangspunkt der Zahncurve in B. Von hier an geht die Curve in einfacher Krümmung aufwärts gegen D.

Von dem Eigenthümlichen dieser Curve übergehe ich hier alles, was für die Anwendung nicht unmittelbar gehört, oder den Gebrauch der Curve complicirt macht, und suche blos jene Eigenschaften auf, die zu einfachen zeichnenden Bestimmungen führen.

Für die Zeichnung geben die Gleichungen (8) unmittelbar einen Weg an, indem die Ausdrücke für x und y so einfach sind, dafs man diese Gröfsen x und y, also auch den ihnen zugehörigen Punkt D, ganz leicht durch Zeichnung finden kann. Betrachtet man nämlich D als nicht bekannt, zieht aus A die Linie AG zu CB und AD zu $\beta\beta'$ senkrecht, ferner aus D die Linie DF zu AG und aus G die Linie GH zu AD parallel, so hat man erstlich:

$$CG = a.\cos\varphi; \quad AG = a.\sin\varphi,$$

ferner

$$(a' - AN)\sin(\varphi'+\psi) = a'.\sin\psi$$

und

$$AN.\sin(\varphi'+\psi) = AD,$$

also

$$AD = a'.(\sin(\varphi'+\psi) - \sin\psi).$$

Weil endlich der Winkel $FGH = 90^\circ - (\varphi+\varphi'+\psi)$, und $GH = AD$ ist, so ist

$$FG = AD.\sin(\varphi+\varphi'+\psi)$$
$$HF = AD.\cos(\varphi+\varphi'+\psi).$$

Bemerkt man nun, dafs

$$CG + FG = CF$$
$$AG - FH = DF$$

Digitized by Google

und führt hierin die entwickelten Werthe von CG, FG, ... ein, so erhält man für CF und DF eben die Ausdrücke, welche in (8) für x und y angegeben sind.

Hiernach ist die Bestimmung eines Punktes D von der Zahnform des Rades R ganz einfach diese: nachdem man die zusammengehörigen Winkel φ und φ' aufgetragen, und die Linie $\beta\beta'$ unter dem constanten Winkel ψ an $B'C'$, gezeichnet hat, zieht man aus dem gemeinsamen Punkte A der beiden Umfänge auf $\beta\beta'$ eine senkrechte Linie AD; der Durchschnittspunkt D ist dann ein Punkt der Zahncurve des Rades R.

6. Weil die Linie $\beta\beta'$ für die anliegende Zahnform Tangente ist, so ist die zu $\beta\beta'$ senkrechte Linie AD die Normale des Punkts D von der Zahnform.

Diese Normale AD werde abwärts verlängert bis I im Umfang des Rades R, und der Mittelpunkt C mit I verbunden, so ist

$$ACI=2.(\varphi'+\psi)=2.\left(\frac{a}{a'}.\varphi+\psi\right) \quad \ldots . (9)$$

Diese Wahrheit zeigt einen höchst einfachen Weg, für jeden Punkt der Zahnform des Rades R die Richtung der Normale zu finden, ohne dafs man genöthigt wäre, den Umfang des Rades R' und an diesen in der entsprechenden Stellung die Linie $\beta\beta'$ zu zeichnen. Man zeichnet nämlich den Umfang des Rades R, und die Schenkel CB und CA des Winkels $BCA=\varphi$, trägt alsdann in C an CA einen Winkel $ACI=2.\left(\frac{a}{a'}.\varphi+\psi\right)$ und zieht durch I und A eine grade Linie, so ist diese die Normale jenes Punktes der Zahnform, der zum Winkel φ gehört.

7. Wegen dieser einfachen Bestimmungsweise der Normale eines Punkts kann man nun für die Zeichnung der Curve selbst mit grofsem Vortheile eine allgemeine Wahrheit gebrauchen, die, mit Vortheil angewendet, bei

Digitized by Google

der Zeichnung der Curven überhaupt eine grofse Leichtigkeit gewährt. Da ich sie in der Folge noch mehrmal anwenden werde, so mag eine kurze Entwicklung derselben hier nicht am unrechten Orte stehen.

Man denke sich irgend eine vom Kreis verschiedene krumme Linie, und unterscheide darin mehrere einander nahe Punkte $aa'a''\ldots$; ferner denke man sich die Normalen dieser Punkte gezogen, und nenne $bb'b''\ldots$ die Durchschnittspunkte der auf einander folgenden Normalen, so dafs also b in der Normale des Punkts a, b' in der Normale von a',.... liegt. Endlich nehme man an, es sey aus b mit ba ein Kreisbogen $a\alpha'$ gezogen, so dafs α' in der Normale des Punkts a' ist, aus b' mit $b'\alpha'$ ein Kreisbogen $\alpha'\alpha''$, wo α'' in der Normale von a'' ist, ferner aus b'' mit $b''\alpha''$ ein Kreisbogen $\alpha''\alpha'''$,.... Diese Bogen $a\alpha'$ und $\alpha'\alpha''\ldots$. verschiedener Kreise bilden eine fortlaufende Curve $a\alpha'\alpha''\alpha'''\ldots$., welche im Allgemeinen von der Curve $aa'a''\ldots$ zwar verschieden ist, aber desto weniger abweicht, je näher die Punkte $aa'\ldots$. einander liegen. Sind also die Punkte a und $a'\ldots$. einander sehr nahe, so kann man die aus Kreisbogen zusammengesetzte Curve $a\alpha'\alpha''\ldots$ mit der anderen $aa'a''\ldots$. als einerlei betrachten, und für practische Zwecke unbedingt statt der letzteren gebrauchen.

8. Macht man hievon auf die Zeichnung der Zahncurve Anwendung, so ist das Verfahren folgendes.

Man zeichnet (Fig. 3.) mit dem Halbmesser a des Rades R den Umfang von diesem, und zieht nach dem Punkte A, wo die Curve anfangen soll, den Halbmesser CA. Nun trägt man in C an CA einen Winkel $ACB=2\psi$; ferner einen beliebigen jedoch kleinen Winkel $ACA'=\varphi_1$, und an CA' einen Winkel $A'CB'=2.\left(\frac{a}{a}.\varphi_1+\psi\right)$; dann wieder an CA einen anderen, von φ_1 wenig verschiedenen Winkel $ACA''=\varphi_2$, und an CA'' den Winkel $A''CB''=2.\left(\frac{a}{a'}\varphi_2+\psi\right)$ u. s. w.

Digitized by Google

Endlich zieht man grade Linien durch A und B, durch A' und B', ... und bemerkt die Durchschnittspunkte $b\,b'\,b''$... der ersten und zweiten, der zweiten und dritten Linie u. s. w. Wird nun aus b mit bA, als Halbmesser, der Bogen $A\alpha$, aus b' mit $b'\alpha$ der Bogen $\alpha'\alpha''$, aus b'' mit $b''\alpha'$ der Bogen $\alpha'\alpha''$, ... gezogen, so ist die hierdurch entstandene Curve $A\alpha\alpha'\alpha''$ ... die Form, wonach die Zähne des Rades R' abgerundet werden müssen.

In dem Falle, wo $\psi = o$ ist, zieht man, für die Richtung der Normale des Punktes A, durch diesen Punkt eine zu CA senkrechte Linie, und der Durchschnittspunkt der beiden ersten Normalen fällt aufser den Umfang des Rades.

Um sich in jedem Falle die Arbeit zu erleichtern, darf man nur, was ohnedieſs schon vorausgesetzt wird, den ersten Winkel φ_1 sehr klein annehmen; alsdann kann man ohne Bedenken

den zweiten Winkel $\varphi_2 = 2.\varphi_1$
- dritten - $\varphi_3 = 3.\varphi_1$
. . . . . .

nehmen, und also den Bogen AA' von A' nach A'', von A'' nach A'''.... tragen. Die Punkte $B'B''$.... ergeben sich eben so leicht.

9. In (Fig. 4.) ist eine Verbindung von zwei Rädern vorgestellt, deren in einander greifenden Zähne nach der gegebenen Vorschrift gebildet sind. Der Seitendurchschnitt $A'i$ des Zahns $(1')$ vom Rade R' ist eine grade Linie, die mit dem zu A' gehörigen Halbmesser $A'C'$ einen Winkel ψ bildet; dagegen ist der Seitendurchschnitt AD des anliegenden Zahnes (1) vom Rade R eine nach der obigen Regel gezeichnete Curve.

Es wird vorausgesetzt, dafs jeder Zahn symmetrisch, und alle Zähne desselben Rades einerlei Form und Gröfse haben; ferner wird angenommen, es sey die Einrichtung getroffen, dafs immer nur ein Zahn des Rades R an dem vorangehenden des Rades R' anliege, dafs also der Zahn (1)

Digitized by Google

den Zahn ($1'$) verläfst, sobald der Zahn (2) den ($2'$) ergreift. Endlich nehme ich an, die Zähne seyen so dick und hoch gemacht, dafs kein Spielraum übrig bleibe. Obgleich diese letztere Einrichtung, wegen Unvollkommenheit der Arbeit und des Materials, nie vorkommen kann, so darf sie, weil man dadurch nur gewisse Gränzen bezeichnet, hier doch vorausgesetzt werden.

Wird der Mittelpunkt C mit der Spitze D des Zahnes (1) verbunden, so ist De die Länge der Zähne des Rades R. Zieht man ferner aus C mit CD den Bogen Dh, und nun aus C' mit $C'h$ einen Kreis, so bezeichnet Eh die Länge der Zähne des Rades R', welche wenigstens genommen werden mufs, wenn eine Umdrehung möglich seyn soll. Daher müssen die Zahnlängen beider Räder gleich seyn.

Weil die erste Berührung der Zähne ($2'$) und (2) erfolgt, wenn der tiefste Punkt der, dem Zahn ($2'$) zugekehrten, krummen Seitenfläche des Zahns (2) in die Mittelpunkte Linie CC' tritt, so sind die Bogen AE und $A'E$ die Theilungen. Nach dem oben angenommenen Umdrehungsgesetze sind aber diese Bogen gleich grofs; daher müssen beide Räder gleiche Theilung haben.

Nennt man endlich

$T = AE = A'E$ die Theilung
$\triangle = AB$ die Zahndicke des Rades R
$\triangle' = B'E$ - - - - R',

so mufs seyn

$$\triangle + \triangle' = T.$$

Diese Gleichung scheint eine grofse Freiheit zu gestatten; denn betrachtet man die Theilung T als willkührlich angenommen, und setzt

$$\triangle' = \frac{1}{n} . T,$$

wo n eine willkührliche Zahl, aber gröfser als die Einheit ist, so folgt

$$\triangle = \frac{n-1}{n} . T.$$

Digitized by Google

Um sich davon zu überzeugen, ob und in wiefern eine solche Freiheit statt haben könne, nenne man

$\vartheta = ACE$ den Theilungswinkel des Rades R

$\vartheta' = A'C'E$ - - - - R'

$\gamma = DCE$

und bemerke, dafs unter der gemachten Voraussetzung

$$BE = \triangle' = \frac{1}{n}.AE$$

$$eB = \tfrac{1}{2}\triangle = \frac{n-1}{2n}.AE$$

also $$eBE = \frac{n+1}{2n}.AE$$

ist, so folgt:

$$\gamma = \frac{n+1}{2n}.\vartheta.$$

Nach dieser Gleichung müfste nun, weil n eine willkührliche Zahl ist, zwischen den Winkeln γ und ϑ jeder beilebige Zusammenhang möglich seyn, während diese Winkel sich doch auf eine bestimmte Weise gegenseitig bestimmen. Setzt man nämlich überhaupt

$$\gamma = m.\vartheta,$$

so ist m eine von ϑ abhängige Zahl. Es ist $m=1$, wenn $\vartheta=\gamma$, also wenn $\vartheta=o$; für jeden anderen Werth von ϑ ist aber γ kleiner als ϑ, mithin $m<1$, und es wird $m=o$, wenn $\vartheta=\frac{a'}{a}.(90^\circ-\psi)$. Wird ϑ noch gröfser, so nimmt m negative Werthe an.

Diese Betrachtung zeigt, dafs von den drei Gröfsen in der Gleichung

$$\triangle + \triangle' = T$$

nur eine willkührlich ist, und die beiden anderen davon abhängen. Nimmt man die Theilung T an, so wird dadurch ϑ, also auch die Zahl m, und weil den Gleichungen

$$\triangle' = \frac{1}{n}.T,\ \triangle = \frac{n-1}{n}.T$$

gemäfs $m=\frac{n+1}{2n}$, also $n=\frac{1}{2m-1}$ ist, auch die Zahl n,

Digitized by Google

folglich die Zahndicke Δ und Δ' bestimmt. Die Annahme von T darf aber nicht nach Gefallen geschehen; denn da für ein angenommenes T, und den danach bestimmten Werth von m die Zahndicken

$$\Delta = 2.(1-m).T; \quad \Delta' = (2m-1).T$$

werden, so mufs T so angenommen werden, dafs der Werth von m zwischen 1 und $\frac{1}{2}$ fällt. Damit man also nicht vergeblich arbeite, mufs man zuerst jenen Werth von ϑ suchen, wobei $m = \frac{1}{2}$ ist; zwischen diesem Werthe von ϑ und o kann man alsdann irgend einen wählen, und das zugehörige m bestimmen.

Die grofse Zeitverschwendung, die mit diesem Verfahren nothwendig verbunden ist, liegt am Tage; es bleibt darum nichts übrig, als die Zahndicken der Räder anzunehmen, und die zugehörige Theilung zu suchen. Es entsteht also die Frage: wie grofs mufs der Theilungswinkel ϑ seyn, wenn man in den Gleichungen

$$\Delta = 2(1-m).T, \quad \Delta' = (2m-1)T$$

oder, was auf eines hinausgeht, in der Gleichung

$$\gamma = m.\vartheta$$

für m irgend eine Zahl nimmt, die gröfser als $\frac{1}{2}$ und kleiner als 1 ist.

Zieht man die Linie DE, so hat man in dem Dreieck DCE

$$a.\sin m\vartheta = DE.\sin EDC.$$

Es ist aber der Winkel $EDC = 90^\circ - (m.\vartheta + \vartheta' + \psi)$, und nach §. 5.

$$DE = a'.(\sin(\vartheta' + \psi) - \sin\psi),$$

folglich

$$a.\sin m\vartheta = a'.(\sin(\vartheta' + \psi) - \sin\psi).\cos(m\vartheta + \vartheta' + \psi) \ldots (10).$$

Führt man in dieser Gleichung $\vartheta' = \frac{a}{a'}.\vartheta$ ein, so kann man daraus jenen Werth von ϑ entwickeln, der bei bestimmten Werthen von $aa'\psi$ zu der angenommenen Zahl m gehört, und wobei also $\Delta = 2.(1-m).T$, $\Delta' = (2m-1).T$ genommen werden kann.

Digitized by Google

10. Soll übrigens der aus der letzten Gleichung entwickelte Werth von ϑ der Theilungswinkel seyn, so mufs er auch einer zweiten Bedingung genügen. Nimmt man nämlich

$N = \frac{360^\circ}{\vartheta}$ die Anzahl der Zähne des Rades R

$N' = \frac{360^\circ}{\vartheta'}$ - - - - - - R',

so mufs seyn

$$N' = \frac{a'}{a} . N = \frac{a'}{a} . \frac{360^\circ}{\vartheta} .$$

Hiernach mufs also ϑ so seyn, dafs die Ausdrücke $\frac{360^\circ}{\vartheta}$ und $\left(\frac{a'}{a} . \frac{360^\circ}{\vartheta}\right)$ ganze Zahlen geben. Entspricht nun der aus (10) gefundene Werth von ϑ dieser Bedingung nicht, so mufs man einen anderen passenden Werth wählen. Hierbei ist aber festzuhalten, dafs der Werth von ϑ nicht gröfser werden darf, als die Gleichung (10) angiebt, wenn die Zahndicke $\Delta' = (2m-1) . T$ möglich seyn soll. Man mufs also von dem aus (10) gefundenen Werthe an abwärts zu einem nächst kleineren dieser Bedingung entsprechenden Werth gehen.

Ist auf diese Weise der Theilungswinkel ϑ, und aus diesem die Theilung T gefunden, so kann man für die Zähne des Rades R' die Dicke $\Delta' = (2m-1) . T$ nehmen; für das Rad R aber wird, wenn man den aus (10) gefundenen Werth von ϑ nicht gebrauchen konnte, also statt dessen den nächst kleineren genommen hat, die Zahndicke Δ nicht $= 2.(1-m) . T$, sondern kleiner, vorausgesetzt, dafs (Fig. 4.) der Zahn (1) abfallen soll, wenn der Zahn (2) den vorangehenden ergreift. Ist nämlich m' eben die Zahl für den kleineren Werth von ϑ, wie m für den aus (10) bestimmten gröfseren Werth, so ist für das Rad R die Zahndicke

$$\Delta = 2.(1-m') . T.$$

Es

Digitized by Google

Es ist aber $m' > m$, folglich

$$\Delta < 2.(1-m).T.$$

In diesem Falle bleibt also zwischen den Zähnen (1) und (2′) ein freier Raum, der gröfser oder kleiner ist, je nachdem man von dem aus (10) gefundenen Werthe von ϑ mehr oder weniger hat rückwärts gehen müssen. Will man diesen freien Raum nicht ganz als Spielraum lassen, so kann man die Zähne des Rades R', oder des Rades R, oder auch von beiden Rädern zugleich etwas dicker machen.

11. Diese Betrachtungen zeigen, dafs man in Rücksicht der Zahndicken durchaus nicht an den Werth von m gebunden ist, den man in der Gleichung (10) angenommen hat. Ueberdiefs ist die Verschiedenheit aller möglichen Werthe, die man in einzelnen Fällen für zweckmäfsig halten möchte, gar nicht grofs, indem der Werth von m immerhin von den Gränzwerthen $\frac{1}{2}$ und 1 weit abstehen mufs. Deshalb nehme ich als allgemein geltenden Werth $m = \frac{3}{4}$ an, so dafs also $\Delta = \Delta' = \frac{1}{2} T$ wird.

Unter dieser Voraussetzung ist nach (10) die allgemeine Bedingungsgleichung des gröfsten Theilungswinkels folgende:

$$a.sin\left(\frac{3\vartheta}{4}\right) = a'.(sin(\vartheta'+\psi)-sin\psi).cos\left(\frac{3\vartheta}{4}+\vartheta'+\psi\right) \ldots (11)$$

Ehe die Auflösung dieser Gleichung vorgenommen wird, mufs man entscheiden, wie der ganz willkührliche Winkel ψ beschaffen seyn mufs; nämlich ob ψ von dem Theilungswinkel ϑ oder ϑ', oder von den Halbmessern a und a' abhängen, oder endlich ob ψ einen hiervon ganz unabhängigen Werth haben soll. In den beiden ersten Fällen mufs bei der Auflösung auf die Functionsweise, die man für ψ annimmt, Rücksicht genommen werden; im letzteren Falle aber wird ψ als constante Zahl behandelt.

Ich übergehe für jetzt den zweiten und dritten Fall,

Digitized by Google

nehme ψ als vom Theilungswinkel ϑ' des Rades R' abhängig, und setze

$$\psi = n.\vartheta' \quad \ldots\ldots (12).$$

Führt man dieſs in (11) ein, setzt zugleich $\vartheta = \frac{a'}{a}\vartheta'$ und zur Abkürzung $\frac{a'}{a} = \alpha'$, so erhält man:

$$\sin\left(\frac{3\alpha'}{4}.\vartheta'\right) = \alpha'.(\sin(n+1)\vartheta' - \sin n.\vartheta'(\cos\left(\frac{3\alpha'+4(n+1)}{4}.\vartheta'\right) \ldots (13)$$

Aus dieser Gleichung entwickle ich nun nicht ϑ', sondern den Werth von $\left(\frac{1}{\vartheta'}\right)$, und zwar in einer Reihe, die nach den Potenzen des Bruches $\frac{\alpha'}{1+\alpha'}$ fortgeht. Dadurch wird der Vortheil gewonnen, dafs man die kleinste Anzahl der Zähne des Rades R ganz einfach dadurch erhält, dafs die für $\left(\frac{1}{\vartheta'}\right)$ gefundene Reihe durch 360 vervielfacht wird. Nennt man, wie oben, $N' = \frac{360}{\vartheta'}$ diese Anzahl, so erhält man, weil $\frac{\alpha'}{1+\alpha'} = \frac{a'}{a+a'}$ ist, für N' eine Reihe von folgender Form:

$$N' = A_0 + A_1.\left(\frac{a'}{a+a'} - h\right)^1 + A_2.\left(\frac{a'}{a+a'} - h\right)^2 + \ldots\ldots\ldots$$

Um eine Basis für die numerische Bestimmung der Coëfficienten A_0, A_1 .... zu erhalten, darf man nur in der Gleichung (13) statt $\frac{a'}{a}$ oder α' irgend einen bestimmten Werth setzen, wobei diese Gleichung ohne besondere Umwege auflösbar ist. Ein solcher Werth ist z. B.

$$\frac{a'}{a} = \frac{2}{3};$$

Digitized by Google

nämlich die Gleichung (13) geht in diesem Falle in folgende über:

$$\frac{3}{2} = \cos\vartheta' + \cos 2.(n+1)\vartheta' \quad \ldots (14)$$

und hieraus kann man den Werth von ϑ' ganz leicht finden.

Es würde für diesen Ort viel zu weit führen, wenn ich die allgemeinste Entwicklung durchgeführt angeben wollte; und da eine kurze Andeutung des Ganges ohne Nutzen ist, so spare ich die Mittheilung der allgemeinen Auflösung der Gleichung (13) für eine andere Gelegenheit auf. Dagegen will ich die Reihe von N' für einige bestimmte Fälle vorlegen, die in der Anwendung von Nutzen seyn können.

12. Der erste Fall sey der, wo in der Gleichung (13) $n = \frac{1}{2}$, oder wo (Fig. 4.) der Winkel ψ, den die Seitenlinie $A'i$ eines Zahns vom Rade R' mit dem Halbmesser $A'C'$ bildet, der Hälfte des Theilungswinkels ϑ' gleich ist. In diesem Falle ist die Reihe für N' folgende:

$$N' = 19{,}148092 \quad \ldots\ldots (15)$$
$$+ 15{,}173286 . \left(\frac{a'}{a+a'} - \frac{2}{5}\right)^1$$
$$+ 25{,}614835 . \left(\frac{a'}{a+a'} - \frac{2}{5}\right)^2$$
$$+ 42{,}922846 . \left(\frac{a'}{a+a'} - \frac{2}{5}\right)^3$$
$$+ 52{,}996269 . \left(\frac{a'}{a+a'} - \frac{2}{5}\right)^4$$

Als zweiter Fall stehe der, wo $n = \frac{1}{4}$, oder wo, wenn man die Zahndicke des Rades R' der halben Theilung gleich macht, die Seiten eines Zahn's ($1'$) parallel sind. Die allgemeine Gleichung für N' ist in diesem Falle:

Digitized by Google

$$N^{l}=16{,}350271 \quad \ldots\ldots\ldots (16)$$
$$+15{,}432868.\left(\frac{a^{l}}{a+a^{l}}-\frac{2}{5}\right)^{1}$$
$$+25{,}823117.\left(\frac{a^{l}}{a+a^{l}}-\frac{2}{5}\right)^{2}$$
$$+42{,}777825.\left(\frac{a^{l}}{a+a^{l}}-\frac{2}{5}\right)^{3}$$
$$+70{,}917442.\left(\frac{a^{l}}{a+a^{l}}-\frac{2}{5}\right)^{4}$$

Endlich sey $n=o$, oder die Richtung der Seite $A^{l}i$ des Zahn's (1^{l}) falle mit dem Halbmesser $A^{l}C^{l}$ zusammen. In diesem Falle findet man:

$$N^{l}=13{,}631849 \quad \ldots\ldots\ldots (17)$$
$$+15{,}687025.\left(\frac{a^{l}}{a+a^{l}}-\frac{2}{5}\right)^{1}$$
$$+25{,}936890.\left(\frac{a^{l}}{a+a^{l}}-\frac{2}{5}\right)^{2}$$
$$+43{,}108714.\left(\frac{a^{l}}{a+a^{l}}-\frac{2}{5}\right)^{3}$$
$$+71{,}798556.\left(\frac{a^{l}}{a+a^{l}}-\frac{2}{5}\right)^{4}$$

Ich setze die Zahlenwerthe der Coëfficienten ganz so her, wie ich sie gefunden habe; will man von den Reihen in einzelnen Fällen Gebrauch machen, so kann man, vor der Rechnung, von den Decimalstellen so viele vernachlässigen, als überflüssig scheinen.

Uebrigens convergiren die Reihen in allen Fällen sehr stark, obgleich die Coëfficienten zunehmen.

13. Die Gleichungen (15)—(17) geben für den einzelnen Fall die kleinste Anzahl Zähne an, die man dem Rade R^{l} geben kann, wenn die Zahndicke beider Räder der halben Theilung gleich seyn soll. Hat man also im besonderen Falle nach einer dieser Gleichungen den Werth von N^{l} berechnet, und dafür, was wohl meistens vorkömmt, eine ganze Zahl nebst einem Bruche ge-

Digitized by Google

funden, so darf man diesen nicht vernachlässigen, sondern man muſs die Einheit dafür nehmen.

Ist auf diese Weise N' gefunden, so hängt die Richtigkeit dieses Werthes noch davon ab, ob er der Bedingung

$$N=\frac{a}{a'}.N'$$

genügt, wo N die Anzahl der Zähne des Rades R ist. Entspricht er dieser Bedingung nicht, so muſs man so viele Einheiten hinzufügen, als nothwendig sind, damit $\left(\frac{a}{a'}.N'\right)$ eine ganze Zahl wird.

14. Von der kleinsten Anzahl N und N' der Zähne kann man jetzt auch mit Sicherheit zu jeder beliebigen gröſseren gehen. Sind nämlich N'_1, N'_2, ... ganze Zahlen, gröſser als N', und so beschaffen, daſs die Ausdrücke $\frac{a}{a'}.N'_1$, $\frac{a}{a'}.N'_2$, ... zu ganzen Zahlen führen, so geben die Gleichungen

$$N_1=\frac{a}{a'}.N'_1,\quad N_2=\frac{a}{a'}.N'_2,\ldots$$

die Zähnezahl N_1, N_2, ... des Rades R an, die zu der angenommenen Anzahl N'_1, N'_2, ... des Rades R' gehört.

Macht man nach diesem Verfahren die Zähnezahl gröſser, so erhält man in Bezug auf die Anordnung der Zahndicken mehr Freiheit. Wenn (Fig. 5.) den beiden Rädern R und R' mehr Zähne gegeben werden, als die kleinste Anzahl beträgt, und der Zahn (1) des Rades R nur so grofs seyn soll, daſs zwischen (1) und (1′) der letzte Berührungspunkt in D ist in dem Augenblick, wo der Zahn (2) den vorangehenden (2′) ergreift, also der Zahn (1) die Gröſse ADb erhält, so kann die Dicke des Zahn's (2′) nicht allein der halben Theilung des Rades R' gleich, sondern noch gröſser genommen, und nebenbei ein Spielraum gelassen werden. Will man dieſs nicht,

Digitized by Google

und die Einrichtung treffen, dafs der Zahn (1) dicker und länger werde, um sowohl Stärke zu gewinnen, als auch das frühe Abfallen zu vermeiden, so kann man für die Zahndicke einen Bogen AB nehmen, der in eben dem Maafse gröfser als Ab ist, als Ab zu klein scheint, und die Curve AD bis K verlängern.

Bei dieser letzteren Einrichtung kann man auch, um die Zähne nicht länger zu machen, als die Sicherheit des ununterbrochenen Ganges es verlangt, den Zahn (1) über D abschneiden, und danach auch die Zahnlänge des Rades R' verringern. Um aber sicher zu gehen, dafs man dabei die Zahnlänge von (1) nicht kleiner als De mache, mufs man diese kleinste Zahnlänge vorher bestimmen, welches sowohl durch Rechnung als durch Zeichnung geschehen kann.

Es seyen ϑ und ϑ' die zur angenommenen Zähnezahl gehörigen Theilungswinkel, und $De=l$, so hat man in dem Dreieck CDE

$$(a+l)^2=a^2+DE^2-2.a.DE.\cos DEC.$$

Es ist aber $DEC=90^0+\vartheta'+\psi$, und nach dem früheren

$$DE=a'.(\sin(\vartheta'+\psi)-\sin\psi),$$

folglich

$$\left.\begin{aligned}(a+l)^2=a^2+a'^2.(\sin(\vartheta'+\psi)-\sin\psi)^2\\ +2a.a'.(\sin(\vartheta'+\psi)-\sin\psi).\sin(\vartheta'+\psi)\end{aligned}\right\}..(18).$$

Hieraus kann man die kleinste Zahnlänge l berechnen.

Um eben diese Gröfse durch Zeichnung zu finden, trage man (Fig. 6.) auf einer graden Linie AB den Halbmesser a' von A nach B, und in B an BA den Winkel $ABC=\vartheta'$; ziehe ferner aus B mit BA den Bogen AC, trage in C an CB den Winkel $BCD=\psi$, und ziehe aus A eine Linie AE zu CD senkrecht; endlich trage man in A an AE den Winkel $EAF=90^0+\vartheta'+\psi$, mache $AF=a$, und verbinde F mit E. Nimmt man nun $FG=FA$, so ist der kleine Theil GE die gesuchte kleinste Zahnlänge.

Digitized by Google

15. Ich gehe zu einem zweiten besonderen Falle, und nehme an, die Zahnform des einen Rades sey ein Kreis.

Wenn (Fig. 7.) wieder die früheren Bezeichnungen beibehalten werden, so sey die Zahnform des Rades R' ein Kreis, dessen Mittelpunkt im Endpunkt B' des Halbmessers $C'B'$, und dessen Halbmesser $B'D=b$ ist. Bei der in der Zeichnung angenommenen Stellung sey D der Berührungspunkt, u die Abscisse, von B' an auf $B'C'$ gerechnet, und v die Ordinate dieses Punkts, so ist

$$b^2=u^2+v^2.$$

Sind ferner $CE=x$ und $DE=y$ die senkrechten Coordinaten des Punkts D in Rücksicht CB, so finden zwischen $uvxy$ die Gleichungen (3) und (4) statt, und wenn man hier statt u und v ihre Werthe aus (3) einführt, so entsteht:

$$b^2=(x-x')^2+(y-y')^2,$$

wo x' und y, Hilfsgröfsen sind, deren Werthe die Gleichungen (4) angeben. Diese Gleichung wird hinsichtlich φ' differentiirt, und dann mit der dadurch entstandenen Gleichung, nämlich mit

$$(x-x').\cos\left(\varphi+\frac{\varphi'}{2}\right)=-(y-y').\sin\left(\varphi+\frac{\varphi'}{2}\right)$$

verbunden; man erhält

$$\left.\begin{aligned} x&=(a+a').\cos\varphi-a'.\cos(\varphi+\varphi')-b.\sin\left(\varphi+\frac{\varphi'}{2}\right)\\ y&=(a+a').\sin\varphi-a'.\sin(\varphi+\varphi')+b.\cos\left(\varphi+\frac{\varphi'}{2}\right)\end{aligned}\right\}\ldots(19)$$

welches die Gleichungen der anliegenden Zahnform des Rades R sind.

Diesen Gleichungen kann man für den Zweck der Untersuchung eine passendere Form geben. Nimmt man nämlich an, es sey π ein solcher Winkel, dafs

$$b=2.a'.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \qquad \ldots\ldots (20)$$

Digitized by Google

und führt diefs statt b in (19) ein, so ergeben sich die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} x &= a.\cos\varphi + 2a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).\sin\left(\varphi + \frac{\varphi'}{2}\right) \\ y &= a.\sin\varphi - 2.a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).\cos\left(\varphi + \frac{\varphi'}{2}\right) \end{aligned}\right\} \ldots (21)$$

aus denen man mehrere Eigenschaften der Zahnform ganz leicht ableiten kann.

16. Die Form dieser Gleichungen (21) zeigt gleich einen einfachen Weg zur zeichnenden Bestimmung einzelner Punkte der Curve. Angenommen, der Punkt D der Zahncurve, dem die Winkel φ und φ' zugehören, sey nicht bekannt, so ziehe man aus A die Sehne AB' nach dem Mittelpunkte B', und eine Linie AG senkrecht zu CB; ferner fälle man aus dem Punkte D, worin die Sehne AB' dem Umfang des Triebstocks begegnet, auf AG eine senkrechte Linie DH, und auf CB die senkrechte Linie DE. Unter dieser Voraussetzung ist:

$$CG = a.\cos\varphi, \quad AG = a.\sin\varphi,$$

ferner

$$AB' = 2a'.\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right), \quad B'D = 2a'.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right),$$

also

$$AD = 2a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).$$

Endlich ist der Winkel $DAH = \varphi + \frac{\varphi'}{2}$, mithin

$$DH = AD.\sin\left(\varphi + \frac{\varphi'}{2}\right)$$

$$AH = AD.\cos\left(\varphi + \frac{\varphi'}{2}\right).$$

Bemerkt man nun, dafs

$$CG + DH = CE, \quad AG - AH = DE,$$

und führt hierin statt CG, DH, ... die eben gefundenen Werthe ein, so ergeben sich für CE und DE eben die Ausdrücke, welche in (21) für die Coordinaten x und y angegeben sind.

Digitized by Google

Daraus folgt, dafs der Punkt D, worin die Sehne $A'B$ dem Umfang des Triebstocks begegnet, ein Punkt der Zahnform des Rades R ist.

Hieran schliefst sich sogleich eine weitere Folge. Bemerkt man nämlich, dafs der Umfang des Triebstocks und die anliegende Zahnform des Rades R im Berührungspunkte D einerlei Tangente haben, so ergiebt sich unmittelbar, dafs AD die Normale des Punkts D von der Zahnform des Rades R ist.

Die Normale AD werde rückwärts verlängt bis I im Umfang des Rades R, und I mit C verbunden, so ist

$$ACI=\varphi' \qquad \ldots\ldots (22)$$

Diese Wahrheit giebt ein höchst einfaches Mittel an die Hand, für jeden Punkt der Zahnform des Rades R, der zu bestimmten Werthen von φ und φ' gehört, die Richtung der Normale durch Zeichnung zu finden, ohne den Umfang des Rades R' und die Stellung des Triebstocks in der Zeichnung auszudrücken. Nämlich zeichnet man zuerst die Schenkel CB und CA des Winkels φ, trägt in C an CA den Winkel $ACI=\varphi'=\frac{a}{a'}.\varphi$, und zieht durch A und I eine grade Linie, so ist diese die Normale jenes Punkts der Zahnform, dem die aufgetragenen Winkel φ und φ' zugehören.

Wegen dieser einfachen Bestimmung der Normale kann man nun auch die Curve selbst leicht zeichnen. Nach dem, was schon oben angegeben ist, braucht man nur den Anfangspunkt der Curve und die Normale dieses Punkts zu bestimmen, und dann die Normalen anderer, einander sehr nahen, Punkte zu zeichnen; die Durchschnittspunkte von je zwei nächsten Normalen sind alsdann die Mittelpunkte einzelner Kreisbogen, aus denen man die verlangte Curve zusammensetzen kann.

Ehe ich aber diefs Verfahren vorlege, will ich über die Gestalt der Curve noch eine kleine Untersuchung anstellen; es ist diefs in keiner Beziehung überflüssig, da

Digitized by Google

es eigentlich noch nie geschehen, wenn gleich seit de la Hire, der diese Curve zuerst zeichnen lehrte, gar viel und vielerlei darüber geredet worden ist.

17. Verbindet man den Mittelpunkt C mit dem Punkte D der Zahncurve, und setzt $CD=z$, so hat man in dem Dreieck CAD

$$z^2=a^2+AD^2-2a.AD.\cos CAD.$$

Es ist aber der Winkel $CAD=90^0+\frac{\varphi'}{2}$, und nach §. 16.

$$AD=2a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right),$$

folglich

$$\left.\begin{aligned} z^2=a^2+4a'^2.\left(\sin\frac{\varphi'}{2}-\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)^2 \\ +4a.a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (23)$$

oder in anderer Gestalt:

$$z^2=a^2+4a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).\left((a+a')\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-a'.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right) \quad \ldots (24)$$

Diese Gleichung (23) oder (24) enthält das Gesetz, wonach die Entfernungen einzelner Punkte der Zahnform vom Mittelpunkte C bestimmt werden.

Für den ersten Punkt der Curve, d. h. für jenen, dessen zugehöriger Winkel $\varphi'=o$ ist, erhält man hieraus:

$$z^2=a^2+4a'^2.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)^2=a^2+b^2,$$

und dieſs zeigt, daſs der erste Punkt der Curve aufser dem Umfang des Rades R ist.

Von hier an geht die Curve nun abwärts, oder über den Umfang des Rades R hinein, kekrt wieder um, geht nochmals durch den genannten Umfang, und dann in einer einfach fortlaufenden Krümmung fort. Um sich von diesem Gang der Curve zu überzeugen, darf man in (24) nur $z=a$ setzen; man erhält die Bedingungsgleichung:

$$o=\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).\left((a+a').\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-a'.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).$$

Digitized by Google

Da dieser Gleichung auf zwei Weisen Genüge geschehen kann, entweder dadurch, dafs

$$\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)=\frac{a'}{a+a'}.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \qquad \ldots (25)$$

oder auch dadurch, dafs

$$\varphi'=\pi \qquad \ldots\ldots\ldots (26)$$

so folgt, dafs zwei Punkte der Curve in dem Umfang des Rades R sind. Der erste, dem Anfangspunkt nähere, ist jener Punkt, dessen zugehöriger Winkel φ' den in (25) angezeigten Werth hat; der zweite dagegen, jener, dessen zugehöriger Winkel $\varphi'=\pi$ ist.

Da der zum Wendungspunkte der Curve gehörige Werth von z der kleinste ist, so wird jener Werth des Winkels φ', der dem Wendungspunkte zugehört, durch Gleichung

$$\frac{dz}{d\varphi'}=o$$

bestimmt. Man erhält für diesen Zweck aus (24) die Gleichung

$$o=\cos\left(\frac{\varphi'}{2}\right).\left(2.(a+a')\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-(a+2a')\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)$$

welcher wieder auf zweierlei Art genügt werden kann: entweder wenn

$$\varphi'=180^0 \qquad \ldots\ldots\ldots (27)$$

oder wenn

$$\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)=\tfrac{1}{2}.\frac{a+2a'}{a+a'}.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \qquad \ldots\ldots (28).$$

Der erste in (27) bezeichnete Werth von φ' gehört offenbar dem von C entferntesten Punkte der Curve an; dagegen giebt die Gleichung (28) jenen Werth von φ' an, der zu dem tiefsten oder zu dem Wendungspunkte gehört.

Um den Abstand des Wendungspunkts der Curve von dem Mittelpunkte C kennen zu lernen, führe man den in (28) angegebenen Werth von φ' in der Gleichung (24) ein; man erhält:

$$z^2=a^2-\tfrac{1}{4}.\frac{a^2}{a+a'}.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \qquad \ldots\ldots (29)$$

Digitized by Google

Da nun dieser Werth von z kleiner als a ist, so folgt, dafs der Wendungspunkt der Curve innerhalb des Umfangs des Rades R ist.

Die Curve hat übrigens, wie leicht gezeigt werden kann, keinen doppelten Punkt; wenn man sie im Grofsen zeichnet, so erhält man, vom Anfangspunkte an gerechnet, eine Form, die mit dem Wurzelzeichen $\surd$ grofse Aehnlichkeit hat.

Dafs man nach dieser Curve, wenigstens nach ihrem anfänglichen Theile, keinen Zahn abrunden kann, liegt am Tage; eben so wird aber auch einleuchten, dafs man dabei, ohne recht ordentlich zu pfuschen, die abnorme Form nicht vernachlässigen, und nach Willkühr etwas anderes nicht substituiren darf. Die Curve wird zur Abrundung des Zahns brauchbar erst von dem Punkte an, welcher dem Mittelpunkte C des Rades R am nächsten ist, also von jenem Punkte, dessen zugehöriger Winkel φ' durch die Gleichung (28) bestimmt wird. Dieser Werth von φ' kann zwar immerhin, nicht blos durch Rechnung, sondern auch durch Zeichnung gefunden, und die Curve selbst von dem zugehörigen Punkte auch gezeichnet werden; aber die Bestimmung ist, wie ich glaube, für die Anwendung viel zu umständlich, und eben darum nicht sehr einladend. Ueberdiefs liegt auch durchaus nichts daran, ob man diesen tiefsten, oder einen diesem sehr nahen aber späteren Punkt der Curve als Anfangspunkt der Abrundungsform annimmt. Aus diesen Gründen schlage ich vor: als Anfangspunkt der Zahnform jenen anzunehmen, in welchem die Curve zum zweiten Male durch den Umfang des Rades R geht, und dessen zugehöriger Winkel $\varphi' = \pi$ ist.

18. Von diesem Punkte an geschieht nun die Zeichnung der Curve auf folgende Weise.

Man zeichnet (Fig. 8.) den Umfang des Rades R, nimmt darin einen Punkt A an, von dem aus die Curve gehen soll, zieht den Halbmesser CA, und trägt in C

Digitized by Google

an CA auf einer Seite den Winkel $ACB = \pi$, auf der andern Seite aber den Winkel $ACE = \frac{a'}{a}.\pi$ an. In C an CE werden nun mehrere Winkel ECA', ECA'', ECA''', ... angetragen, von welchen der erste ECA' gröfser als ECA, und jeder folgende etwas gröfser als der vorhergehende ist; ferner trägt man an die Schenkel CA', CA'', CA''', ... die Winkel $A'CB'$, $A''CB''$, ... welche so beschaffen sind, dafs

$$A'CB' = \frac{a}{a'}.ECA'$$

$$A''CB'' = \frac{a}{a'}\ ECA''$$

. . . . . .

endlich zieht man durch die Punkte A und B, durch A' und B', durch A'' und B'', ... grade Linien, und bemerkt die Punkte b, b', b'' .... worin die Linien AB und $A'B'$, die Linien $A'B'$ und $A''B''$, ... sich schneiden. Zieht man nun aus b mit bA den Bogen $A\alpha$, aus b' mit $b'\alpha$ den Bogen $\alpha\alpha'$, ..., so ist die Curve $A\alpha\alpha'\alpha''$ ... die Abrundungsform für die Zähne des Rades R.

19. Wenn man die Zähne des Rades R (Fig. 9.) nach dieser Form bildet, so geschieht die erste Berührung zwischen dem Zahne (2) und dem vorangehenden Triebstock (2′) in der Mittelpunkte-Linie CC'. Damit aber hierbei der untere Theil des Zahn's (2) dem Triebstock (2′) kein Hindernifs entgegensetze, noch auch beim Anfangspunkte E der Abrundung eine Ecke erhalte, so mufs man die Einrichtung treffen, dafs EH die Richtung der Tangente des Punkts E ist. Diese Richtung ist ganz leicht zu erhalten; man darf nur gleich bei der Zeichnung der Abrundungsform (Fig. 8.) durch den Anfangspunkt A eine zur Normale AB senkrechte Linie ziehen.

In Rücksicht der Anzahl der Zähne und Triebstöcke, die man den beiden Rädern geben kann, ist eine grofse

Digitized by

Mannigfaltigkeit möglich. Um nicht das, was oben schon gesagt ist, zu wiederholen, nehme ich sogleich an, man wolle die Einrichtung treffen, dafs (Fig. 9.) der oberste Punkt D des Zahns (1) in dem Augenblick, wo der Triebstock ($2'$) von dem Zahne (2) ergriffen wird, der Berührungspunkt zwischen dem Zahne (1) und dem Triebstock ($1'$) sey. Nennt man zur Abkürzung

$T = AE = A'B'$ die Theilung

$\Delta = AB$ die Dicke der Zähne des Rades R

$\Delta' = 2.B'E$ die Dicke der Triebstöcke, nach dem Umfang des Rades R' gerechnet,

$\vartheta = ACE$ den Theilungswinkel des Rades R

$\vartheta' = A'C'B'$ - - - - R'

und wie vorher

$\pi = B'C'E$ den Winkel, der an C' der halben Dicke eines Triebstocks entspricht,

so sey die Theilung der Räder und die Dicke der Zähne so beschaffen, dafs

$$\Delta = 2.(1-m).T, \quad \Delta' = (2m-1).T,$$

also auch $\pi = \frac{2m-1}{2}.\vartheta'$.

Die Möglichkeit dieser Voraussetzung beruht darauf, dafs

$$DCE = m.\vartheta$$

ist.

Um nun die Bestimmungsweise jenes Werthes von ϑ kennen zu lernen, bei welchem die letzte Gleichung Statt hat, ziehe man CD, und bemerke, dafs in dem Dreieck CDE

$$a.\sin m.\vartheta = ED.\sin EDC.$$

Es ist aber der Winkel $CDE = 90^\circ - \left(m.\vartheta + \frac{\vartheta' + \pi}{2}\right)$

$$= 90^\circ - \left(m\vartheta + \frac{2m+1}{4}\vartheta'\right)$$

und nach §. 16.

$$ED = 2a'.\left(\sin\left(\frac{\vartheta' + \pi}{2}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)$$

$$= 2a'.\left(\sin\left(\frac{2m+1}{4}.\vartheta'\right) - \sin\left(\frac{2m-1}{4}.\vartheta'\right)\right).$$

Digitized by Google

folglich

$$a.\sin m\vartheta = 2a'.\left(\sin\left(\frac{2m+1}{4}.\vartheta'\right)-\sin\left(\frac{2m-1}{4}.\vartheta'\right)\right).\cos\left(m\vartheta+\frac{2m+1}{4}.\vartheta'\right) \quad \ldots (30)$$

Setzt man hierin noch $\vartheta' = \frac{a}{a'}.\vartheta$, so kann man jenen Werth von ϑ finden, wobei der Winkel $DCE = m.\vartheta$ ist.

Es ist aus dem früheren bekannt, dafs die Allgemeinheit der Untersuchung nicht gestört wird, wenn $m = \frac{3}{4}$ setzt, so dafs

$$\Delta = \Delta' = \tfrac{1}{2}T$$
$$\pi = \tfrac{1}{4}\vartheta'$$

wird. Für diese Voraussetzung erhält man aus (30), wenn man $\vartheta = \frac{a'}{a}.\vartheta'$ einführt und zur Abkürzung $\alpha' = \frac{a'}{a}$ setzt, die Bedingungsgleichung

$$\sin\left(\frac{3\alpha'.\vartheta}{4}\right) = 2.\alpha'.\left(\sin\left(\frac{5\vartheta}{8}\right)-\sin\left(\frac{\vartheta}{8}\right)\right).\cos\left(\frac{6\alpha'+5}{8}\vartheta\right) \quad \ldots (31)$$

Bei der Auflösung dieser Gleichung verfahre ich eben so, wie bei der obigen Gleichung (13); ich suche nicht ϑ', sondern entwickle den Werth von $\left(\frac{1}{\vartheta'}\right)$ in einer Reihe nach den Potenzen des Bruches $\frac{a}{a+a'}$ geordnet, und vervielfache diese Reihe durch 360°.

Nennt man nun

$N' = \frac{360^\circ}{\vartheta'}$ die Anzahl der Triebstöcke des Rades R',

so finde ich

$$N' = 8{,}175136 \quad \ldots\ldots (32)$$
$$+\ 9{,}877037.\left(\frac{a'}{a+a'}-\tfrac{1}{4}\right)^1$$
$$+13{,}252670.\left(\frac{a'}{a+a'}-\tfrac{1}{4}\right)^2$$
$$+17{,}373883.\left(\frac{a'}{a+a'}-\tfrac{1}{4}\right)^3$$
$$+23{,}211351.\left(\frac{a'}{a+a'}-\tfrac{1}{4}\right)^4$$

Digitized by Google

Diese Gleichung giebt für jeden Fall die kleinste Anzahl Triebstöcke des Rades R' an.

20. Ich übergehe alles, was aus dem früher Gesagten hier angewendet werden kann, und füge nur noch bei, wie man die kleinste Länge der Zähne des Rades R findet, die bei irgend einer, aus der gewählten Anzahl Triebstöcke und Zähne hergeleiteten Theilung wenigstens genommen werden mufs.

Ist l diese nothwendige Länge, und haben $\vartheta'\pi$ die vorige Bedeutung, so erhält man aus (23), wenn man dort

$$a+l \text{ statt } z$$
$$\vartheta'+\pi \text{ statt } \varphi'$$

setzt, die Bestimmungsgleichung:

$$\left.\begin{aligned}(a+l)^2=a^2+4a'^2.\left(sin\left(\frac{\vartheta'+\pi}{2}\right)-sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)^2\\ +4aa'.\left(sin\left(\frac{\vartheta'+\pi}{2}\right)-sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)sin\left(\frac{\vartheta'+\pi}{2}\right)\end{aligned}\right\} \quad \ldots (33)$$

Um eben diese Länge durch Zeichnung zu finden, verfährt man auf folgende Weise.

Man trägt (Fig. 10.) den Halbmesser a' des Rades R' auf eine Linie von A nach B, zieht damit aus B einen Bogen AD, trägt die Theilung des Rades R' von A nach C, und die halbe Dicke eines Triebstocks von C nach D, verbindet D mit A, und zieht aus D mit der Entfernung DC den Bogen CE. Ferner trägt man in A an AD den Winkel $DAF=90^\circ+\frac{\vartheta'+\pi}{2}$, macht $AF=a$ dem Halbmesser des Rades R, und verbindet F mit E. Macht man endlich $FG=FA=a$, so ist GE die gesuchte kleinste Zahnlänge des Rades R.

Digitized by Google

II. *Nachträge zu meinen Untersuchungen über das Thermometer* *); *von P. N. C. Egen.*

1. Die Veränderungen des Aufthaupunkts und die Festlegung des Siedepunkts.

Im letzt verflossenen Winter machte ich an den Thermometern No. XIII., XIV., XV. und XVI. viele Beobachtungen über die Verrückung des Aufthaupunkts und die Bestimmung des Siedepunkts. Da diese Beobachtungen mit grofser Sorgfalt und Genauigkeit angestellt worden sind, da sie die Folgerungen aus den früheren Beobachtungen theils bestätigen, theils neue Ansichten eröffnen; so halte ich sie um so mehr der öffentlichen Mittheilung werth, als sie in tabellarischer Zusammenstellung wenig Raum einnehmen. Die Thermometer sind neu; sie sind durchaus luftleer. Im Anfange des Jahrs 1827 wurde an ihnen zuerst beobachtet. Der drei letztern ist schon früher Erwähnung geschehen. Die folgenden Angaben lehren sie näher kennen.

	No. XIII.	XIV.	XV.	XVI.
Gröfse eines Theils beim Aufthaupunkte	0°,00479	0°,00490	0°,00546	0°,00478
Gröfse eines Theils beim Siedepunkte	0°,00455	0°,00480	0°,00535	0°,00475
Dicke der Kugel in rhein. Decimalzollen	0,26	0,29	0,35	0,36
Dicke der Röhre in rhein. Decimalzollen	0,12	0,12	0,10	0,10

Die Zahlen in folgender Tabelle sind die Resultate von Reihen von wenigstens fünf, genau übereinstimmenden, Beobachtungen. Bei der Beobachtung des Siedepunkts wurde das Wasser aus geschmolzenem, reinem Schnee in lebhaftem Sieden erhalten. Die Schieber-Oeffnung betrug überall 10 Linien. Der Barometerstand wurde unmittelbar vor und nach den Beobachtungen des Siedepunkts abgelesen, und aus beiden Ständen das Mittel genommen.

*) Man sehe diese Ann. Bd. 87. S. 276. 335. u. 517.

Digitized by Google

Datum.	No. der Thermometer.	Lage des Aufthaupunkts vor d. Erwärmung.	Barometer-Stand auf 0° reducirt.	Lage des Siedepunkts.	Lage des Aufthaupkts. nach dem Erkalten.	Verrückung d. Aufthaupunkts. Durch die Erwärmung.	Durch den Luftdruck.
1827. 25. Novemb.	XIII.	6227	334,74	27616	6212	— 15	+ —
	XIV.	5924	-	26406	5913	11	—
	XV.	6998	-	25365	6984	14	—
	XVI.	6252	-	27337	6239	13	—
— 26. November.	XIII.	6216	338,01	27784	6211	— 5	+ 4 in 1 Tage.
	XIV.	5917	-	26476	5910	7	6 - - -
	XV.	6988	-	25423	6979	9	4 - - -
	XVI.	6242	-	27397	6231	11	3 - - -
1828. 16. Januar.	XIII.	6222	334,42	27607	6215	— 7	+ 11 in 51 Tagen.
	XIV.	5926	-	26401	5920	6	16 - - -
	XV.	6995	-	25356	6983	12	16 - - -
	XVI.	6250	-	27322	6242	8	19 - - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6215	334,54	27613	6215	— 0	+ —
	XIV.	5920	-	26409	5920	0	—
	XV.	6983	-	25360	6983	0	—
	XVI.	6242	-	27333	6242	0	—
— 17. Januar.	XIII.	6219	338,09	27687		—	+ 4 in 1 Tage.
	XIV.	5923	-	26478	nicht beob-	—	3 - - -
	XV.	6987	-	25427	achtet.	—	4 - - -
	XVI.	6244	-	27402		—	2 - - -

Digitized by Google

Datum.	No. der Thermometer.	Lage des Aufthaupunkts vor d. Erwärmung.	Barometer-Stand auf 0° reducirt.	Lage des Siedepunkts.	Lage des Aufthaupkts. nach dem Erkalten.	Verrückung des Aufthaupunkts. Durch die Erwärmung.	Durch den Luftdruck.
1828. 19. Januar.	XIII.	6221	338,30	27689	6216	— 5	+ —
	XIV.	5925	-	26474	5921	4	—
	XV.	6988	-	25422	6984	4	—
	XVI.	6240	-	27392	6237	3	—
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6216	338,28	27678	6215	— 1	+ —
	XIV.	5921	-	26474	5921	0	—
	XV.	6984	-	25422	6983	— 1	—
	XVI.	6237	-	27392	6238	+ 1	—
— 20. Januar.	XIII.	6220	337,92	27672	6220	— 0	+ 5 in 1 Tag.
	XIV.	5929	-	26464	5929	0	8 - - -
	XV.	6990	-	25413	6992	+ 2	7 - - -
	XVI.	6242	-	27385	6248	+ 6	4 - - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6220	337,96	27668	6221	+ 1	—
	XIV.	5929	-	26465	5928	— 1	—
	XV.	6992	-	25415	6995	+ 3	—
	XVI.	6448	-	27387	6449	+ 1	—
— 16 Februar.	XIII.	6221	331,75	27559	6213	— 8	+ 0 in 27 Tagen.
	XIV.	5932	-	26356	5920	12	4 - - -
	XV.	6989	-	25315	6987	12	4 - - -
	XVI.	6252	-	27277	6435	17	3 - - -

Digitized by Google

Datum.	No. der Thermometer.	Lage des Aufthaupunkts vor d. Erwärmung.	Barometer-Stand auf 0° reducirt.	Lage des Siedepunkts.	Lage des Aufthaupkts. nach dem Erkalten.	Verrückung des Aufthaupunkts. Durch die Erwärmung.	Durch den Luftdruck.
1828. 17. Februar.	XIII.	6217	332,95	27584	6216	−1	+4 in 1 Tag.
	XIV.	5923	-	26377	5923	0	3 - - -
	XV.	6987	-	25331	6986	1	0 - - -
	XVI.	6437	-	27292	6433	4	2 - - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6216	332,38	27574	6219	+3	—
	XIV.	5923	-	26366	5923	0	—
	XV.	6986	-	25320	6988	+2	—
	XVI.	6433	-	27278	6429	−4	—
— 19. Februar.	XIII.	6222	328,13	27503	6216	−6	+3 in 2 Tagen.
	XIV.	5926	-	26294	5920	6	3 - - -
	XV.	6989	-	25255	6980	9	1 - - -
	XVI.	6432	-	27209	6430	2	3 - - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6216	328,08	27500	6217	+1	—
	XIV.	5920	-	26289	5920	0	—
	XV.	6980	-	25248	6983	3	—
	XVI.	6430	-	27202	6433	3	—
— 20. Februar.	XIII.	6221	329,35	27526	6219	−2	+4 in 1 Tag.
	XIV.	5924	-	26316	5922	2	4 - - -
	XV.	6983	-	25270	6979	4	0 - - -
	XVI.	6439	-	27236	6435	4	6 - - -

Digitized by Google

Datum.	No. der Thermometer.	Lage des Aufthaupunkts vor d. Erwärmung.	Barometer-Stand auf 0° reducirt.	Lage des Siedepunkts.	Lage des Aufthaupkts. nach dem Erkalten,	Verrückung des Aufthaupunkts. Durch die Erwärmung.	Durch den Luftdruck.
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6219	329,20	27525	6219	—0	—
	XIV.	5922	-	26314	5921	1	—
	XV.	6979	-	25265	6975	4	—
	XVI.	6435	-	27224	6435	0	—
1828. 8. März.	XIII.	6230	—	—	—	—	+11 in 17 Tagen.
	XIV.	5931	—	—	—	—	9 - - -
	XV.	6980	—	—	—	—	1 - - -
	XVI.	6442	—	—	—	—	7 - - -
— 4. April.	XIII.	6230	—	Nach einer	6228	—2	+ 0 in 22 Tagen.
	XIV.	5931	—	Erwär-	5929	2	0 - - -
	XV.	6981	—	mung bis	6981	0	1 - - -
	XVI.	6442	—	zu 40°	6441	1	0 - - -
— 5. April.	XIII.	6228	—	—	—	—	+ 0 in 1 Tag.
	XIV.	5932	—	—	—	—	3 - - -
	XV.	6982	—	—	—	—	1 - - -
	XVI.	6441	—	—	—	—	0 - - -

Digitized by Google

Sämmtliche Thermometer wurden zu gleicher Zeit und möglichst unter denselben Umständen langsam erwärmt, und langsam wieder abgekühlt. Dennoch zeigt die Verrückung des Aufthaupunktes einen sehr unregelmäfsigen Gang; in Beobachtungsfehlern liegt der Grund nicht, weil diese nie 1 Theil betragen. Die stärkste Erniedrigung nach einer einzelnen Erwärmung beträgt 0°,081 C. Bei den frühern Thermometern traten noch stärkere Erniedrigungen ein. Ueberhaupt ergaben sich hier die stärksten Erniedrigungen, wenn die Thermometer längere Zeit hindurch nicht erwärmt worden waren; dasselbe zeigte sich auch in den früheren Beobachtungen. Wurden die Thermometer unmittelbar nach einander zwei Mal erwärmt, so zeigte sich zum zweiten Male entweder gar keine, oder nur eine geringe Verrückung des Aufthaupunkts, die bald eine Erhöhung, bald eine Erniedrigung war. Dieser Umstand stimmt völlig mit der früher aufgestellten Ansicht des Grundes dieser Veränderung im Thermometer überein. Die ganze Verrückung des Aufthaupunktes ist bei den hier untersuchten Thermometern wenig beträchtlich; sie beträgt der Nummerfolge nach im Maximum 12—15—18—22 Theile, oder 0°,057—0°,074 —0°,098—0°,105 C.; sie scheint also hier mit der Dünne der Kugelwände zuzunehmen. Diese Verrückung durch fortgesetzte Erwärmung und Abkühlung noch weiter zu treiben, würde wohl nicht möglich gewesen seyn.

Reducirt man die Lage des Siedepunkts auf eine constante Lage des Aufthaupunkts, und bezeichnet man die Lage des Siedepunkts beim niedrigsten Barometerstande mit Null, so erhält man folgende Tabelle, in welcher diejenigen Beobachtungen, die fast bei gleichem Barometerstande angestellt wurden, in ihrem mittlern Werthe aufgestellt worden sind.

Digitized by Google

Fortlaufende Nummer	Datum.	Barometer.	Lage des Siedepunkts.			
			XIII.	XIV.	XV.	XVI.
1.	19. Febr. 28.	328,10	0	0	0	0
2.	20. Febr. 28.	329,27	22	23	19	29
3.	16. Febr. 28.	331,75	55	55	59	61
4.	17. Febr. 28.	332,66	79	80	72	76
5.	16. Jan. 28.	334,18	108	113	102	118
6.	25. Nov. 27.	334,74	106	113	100	121
7.	20. Jan. 28.	337,94	167	166	156	177
8.	26. Nov. 27. u. 17. Jan. 28.	338,06	185	188	170	192
9.	19. Jan 28.	338,29	179	182	169	189

Combinirt man je 2 dieser Beobachtungen, deren Barometerstände mehrere Linien aus einander liegen, mit einander, so erhält man für die Veränderung des Siedepunkts bei einer Veränderung im Luftdrucke von einer Linie Quecksilberhöhe folgende Werthe:

Nummer der combinirten Beobachtungen.	Veränderungen des Siedepunkts für jede Linien-Veränderung des Barometers.			
	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
1 und 5	16,9	17,7	16,0	18,5
1 - 6	16,0	17,0	15,1	18,2
1 - 7	17,0	16,9	15,9	18,2
1 - 8	18,5	18,9	17,1	19,3
1 - 9	17,5	17,8	16,6	18,6
2 - 5	16,5	17,3	15,9	17,1
2 - 6	15,4	16,5	14,8	16,8
2 - 7	16,7	16,5	15,8	17,1
2 - 8	18,5	18,8	17,2	18,6
2 - 9	17,4	17,6	16,6	17,7
3 - 7	18,1	18,0	15,7	18,7
3 - 8	20,6	21,1	17,6	20,8
3 - 9	19,0	19,4	16,8	19,6
4 - 7	16,7	16,3	15,9	19,1
4 - 8	19,7	20,0	18,1	21,5
4 - 9	17,8	18,1	17,2	20,1
5 - 9	18,6	18,1	17,6	18,6
Mittel in Theilen	17,7	18,0	16,5	18,7
Mittel in Graden	0°,0848	0°,0865	0°,0886	0°,0889

Digitized by Google

Also das Mittel nach den Thermom.	XIII., XIV., XV., XVI.	$=0^{o},0872$
Es war - - - -	VII., VIII., IX., X.	$=0^{o},0910$
- - - -	I. II.	$=0^{o},0860$
Mittel nach allen diesen Thermometern		$=0^{o},0881$

Ständen die hier berechneten Beobachtungen allein, so sollte man versucht werden, aus ihnen zu schliefsen, die Gröfse der Verrückung des Siedepunkts hänge nicht allein vom Luftdrucke, sondern auch von der Dicke der Kugelwände ab. Gegen diese Folgerung, von welcher auch übrigens kein Grund möchte aufzufinden seyn, sprechen aber die Beobachtungen an den Thermometern VII., VIII., IX. und X. Die Thermometer VII. und X. haben die dickern, VIII. und IX. die dünnern Kugelwände; die Verrückung des Siedepunkts beträgt aber beziehungsweise $0^{o},094$ und $0^{o},091$, ferner $0^{o},089$ und $0^{o},092$, wie diefs frühere Berechnungen nachweisen.

Die Berechnung der Lage des Siedepunkts für 336,90 Linien Barometerstand führt nun zu folgenden Resultaten, wenn die Lage des Aufthaupunkts der Nummerfolge der Thermometer nach bei 6220, 5930, 6980 und 6440 angenommen wird.

Beobachtung bei einem Barometerstande von	Lage des Siedepunkts bei 336,90 Linien Barometerstand			
	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
328,10 Linien	27659	26457	25392	27369
329,27 -	58	60	92	76
331,75 -	49	47	91	54
332,66 -	57	55	99	59
334,48 -	54	56	99	67
334,74 -	47	51	83	65
337,94 -	52	46	86	62
328,06 -	67	67	98	74
338,29 -	57	56	93	67
Mittlerer Stand	27655	26455	25392	27366
Gröfste Abweichung vom Mittel in Theilen	12	12	9	12
in Graden	$0^{o},057$	$0^{o},059$	$0^{o},049$	$0^{o},057$

Digitized by Google

Die Abweichungen vom Mittel sind hier sehr bedeutend. Sie bezeugen, dafs in den höhern Temperaturen die unregelmäfsigen Bewegungen in der Masse des Glases viel gröfser sind, als bei tiefern. Mehrere Beobachtungen kommen vor, die gleichzeitig alle über oder unter dem Mittel liegen. Man könnte glauben, diefs sey in der abnormen Temperatur des Wasserdampfes begründet. Diefs ist aber nicht der Fall. Der Grund liegt hauptsächlich darin, dafs die vier Thermometer eine sehr gleiche Beschaffenheit haben, und sehr gleichförmig behandelt wurden. Die innere Constitution des Glases mufste also in vielen Fällen von der Art seyn, dafs die Abweichungen vom Mittel nach derselben Seite fielen.

2. Die Ausdehnung der Thermometerkugel, durch den Druck der Quecksilbersäule des Thermometers bewirkt.

Ich habe schon die Versuche mitgetheilt, welche nachweisen, dafs die Thermometerkugel durch einen äufsern Druck von einer Atmosphäre sehr merklich zusammengepreſst werde. Eben so habe ich nachgewiesen, wie stark der Druck einer Atmosphäre die Kugel an ein Paar Thermometern erweitert habe. Es mufste mir schon damals klar seyn, dafs der Druck der Quecksilbersäule im Thermometer selbst ebenfalls die Kugel erweitern werde. Ich erwähnte jedoch des Umstandes nicht, weil ich ihn noch nicht genau und nach allen Beziehungen untersucht hatte. Es schien mir zu gewagt, darüber Vermuthungen auszusprechen, in wie weit die hydrostatischen Gesetze auf das in dem sehr engen Röhrchen eines Thermometers eingeschlossene Quecksilber Anwendung finden. Ich habe diefs jetzt durch viele Versuche ausgemittelt, und theile dieselben hier mit.

Die meisten Beobachtungen wurden an den Thermometern No. XIII., XIV., XV. und XVI. gemacht. Zuerst untersuchte ich, wie stark die Kugel durch den Druck

Digitized by Google

einer Quecksilbersäule, die bis zum Aufthaupunkt reicht, erweitert werde. Die Längen dieser Säulen, vom Mittelpunkt der Kugel an gerechnet, betragen 3,66 — 3,39 — 3,89 und 3,42 Decimalzoll. Ich fand folgende Depressionen:

Datum.	Anzahl d. Beobacht.	Depression der Quecksilbersäule.			
		XIII.	XIV.	XV.	XVI.
1828. 16. Februar.	4	4	4	6	6
Denselben Tag.	4	4	4	6	5
— 17. Februar.	5	4	4	5	6
— 5. April.	4	4	4	6	6
Mittel		4	4	6	6

Solche Beobachtungen haben darin ihre Schwierigkeit, dafs die Kugeln der Thermometer ganz frei, ohne äufsern Druck, im Schnee stecken müssen. Anfänglich erhielt ich etwas kleinere Depressionen (nur 1 Theil weniger). Nachdem ich obige Rücksicht sorgfältig genommen, blieben die Resultate übereinstimmend.

Es mufste nun die Depression bei einer längern Quecksilbersäule untersucht werden.

Diese Untersuchung hatte bei mittlerer Temperatur Schwierigkeiten. Nach mehrern vergeblichen Versuchen, die Thermometer so zu isoliren, dafs sie möglichst zur Ruhe kämen, gelangte ich dahin, die Beobachtungen, aber noch immer gleichsam im Fluge, anstellen zu können. Der Kürze wegen mufs ich hier die vielen angewendeten Vorsichtsmafsregeln mit Stillschweigen übergehen. Bei einer Länge der Quecksilbersäulen von respective 5,06 — 5,02 — 5,43 — 5,12 Decimalzoll erhielt ich folgende Resultate, denen ich noch die Depressionen, die an einem fünften Thermometer, das ich mit No. XVII. bezeichnen will, bei einer Quecksilberhöhe von 4,78 Decimalzoll beobachtet wurden, beifügen will. Das letztere Thermometer ist dasselbe, an welchem früher die Wirkungen des äufsern Drucks beobachtet wurden. Die beiden zu-

Digitized by Google

sammengehörigen Beobachtungen wurden jedes Mal schnell hinter einander angestellt.

Depressionen bei mittlerer Druckhöhe.

Nummer der Beobachtungen.	XIII. verticale Lage.	XIII. horizontale Lage.	XIV. verticale Lage.	XIV. horizontale Lage.	XV. verticale Lage.	XV. horizontale Lage.	XVI. verticale Lage.	XVI. horizontale Lage.	XVII. verticale Lage.	XVII. horizontale Lage.
1.	28	36	36	42	48	57	19	29	95	105
2.	27	35	11	17	52	61	14	24	20	30
3.	27	34	11	17	52	60	05	14	15	25
4.	44	51	81	87	47	56	72	82	13	23
5.	26	33	18	34	39	48	69	79	63	72
6.	48	54	—	—	—	—	—	—	20	30
7.	49	56	—	—	—	—	—	—	58	67
8.	33	40	—	—	—	—	—	—	40	50
9.	—	—	—	—	—	—	—	—	18	28
10.	—	—	—	—	—	—	—	—	07	17
Mittlere Depression	7	0	6	0	9	0	10	0	10	0

Jetzt blieb noch übrig, die Depression für eine Quecksilbersäule, die bis zum Siedepunkte reichte, zu untersuchen. Die Fig. 1. Taf. III. stellt einen verticalen Durchschnitt des Apparats dar, dessen ich mich bei diesen Versuchen bediente. Der Aufsatz zu dem Kessel, in welchem ich den Siedepunkt beobachtete, reichte bei meinen frühern Versuchen nur bis *h*. Ich liefs den neuen Aufsatz in seinem gröfsern Theile bis *edc* erhöhen. Um den Drehpunkt *a* bewegt sich ein Cylinder, dessen Höhe seinem Radius gleich ist, zwischen zwei Scheiben von gleichem Radius mit ihm. Wie dieser Cylinder das Thermometer und die Ansatzröhre aufnimmt, zeigt die Figur. Der eckige Seiten-Ansatz *defg* ist an den cylindrischen Aufsatz des Kessels gelöthet, und hält 4 Zoll in der Breite. Man sieht leicht ein, wie bei dieser Einrichtung das Thermometer vertical geneigt, und horizontal gestellt werden könne, ohne dafs seine Kugel den Wänden des Apparats zu nahe komme. Durch Eintheilung der Scheibe *a* läfst sich dem Thermometer genau eine verlangte Neigung

Digitized by Google

zum Horizonte geben. Bei *c*, das jedoch hinter dem Durchschnitte liegt, den die Figur darstellt, läfst sich ein zweites Thermometer anbringen, das die Versicherung über eine constante Temperatur im Kessel giebt. Unten zur Seite ist ein Schieber angebracht, um den Dampf auszulassen. Die Beobachtungen liefsen sich nun bequem und mit grofser Sicherheit anstellen. Die Druckhöhen der Quecksilbersäulen waren hier 12,04 — 11,71 — 11,32 — 11,66 — 11,76 Decimalzoll. Die folgende Tafel stellt die einzelnen Beobachtungen dar.

Depressionen bei grofser Druckhöhe.

Nummer der Beobachtungen.	XIII.			XIV.			XV.			XVI.			XVII.		
	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.
1.	28	35	43	22	31	38	19	28	36	40	51	63	70	80	92
2.	27	34	43	22	30	38	18	27	36	39	50	63	70	80	92
3.	27	35	43	22	30	38	18	27	36	39	50	62	70	80	92
4.	27	35	43	22	30	38	18	27	36	39	49	62	70	80	92
5.	—	—	—	—	—	—	18	27	36	39	50	62	70	80	91
6.	—	—	—	—	—	—	18	27	36	39	50	62	—	—	—
Mittel.	27	35	43	22	30	38	18	27	36	39	50	62	70	80	92
Depression	16	8	0	16	8	0	18	9	0	23	11	0	22	10	0

Berechnet man nun aus den beobachteten Depressionen bei grofser Druckhöhe, die Depressionen bei mittlerer und niedriger Druckhöhe, und stellt diese Resultate mit den obigen Beobachtungen zusammen, so ergiebt sich, in wie weit die Depression der Druckhöhe proportional ist.

Wirkung des innern Drucks der Quecksilbersäule auf die Wände der Thermometerkugel.

No. des Thermometer.	Hoher Druck.			Mittlerer Druck.			Niederer Druck.			Dicke	
	Druckhöhe.	Depression senkr. Stand.	Depression 30° Neigung.	Druckhöhe.	Depression beobachtet.	Depression berechnet.	Druckhöhe.	Depression beobachtet.	Depression berechnet.	der Kugel.	der Röhre.
XIII.	12,04	16	8	5,06	7	6,7	3,66	4	4,8	0,26	0,12
XIV.	11,71	16	8	5,02	6	6,9	3,39	4	4,6	0,29	0,12
XV.	11,32	18	9	5,13	9	8,6	3,89	6	6,2	0,35	0,10
XVI.	11,66	23	11	5,12	9	11,0	3,42	6	6,6	0,36	0,10
XVII.	11,76	22	10	4,78	10	9,0	—	—	—	0,36	0,11

Digitized by Google

Diese Zusammenstellung lehrt, dafs die Wirkung des Drucks der Quecksilbersäule den Druckhöhen sehr nahe proportional ist. Es scheint, als ob der Druck einer sehr niedrigen Säule nicht ganz so grofs sey, als er der Berechnung nach seyn müfste. Vielleicht ist diese Abweichung zum Theil darin begründet, dafs die Thermometerkugeln sich im Schnee, aller angewandten Vorsicht ungeachtet, nicht ganz frei ausdehnen konnten. Bei 30° Neigung ist die Wirkung des Drucks bei zwei Thermometern etwas weniger, als halb so grofs, als bei senkrechtem Stande; sie sollte genau nur halb so grofs seyn.

Bei dem Thermometer No. XVII. ist früher die Wirkung des äufsern Drucks untersucht worden. Sie betrug

für 41 Zoll	Druckhöhe	59	Theile;	also für	1 Zoll	1,44	Theil.
- 29 -	-	41,6	-	-	- 1 -	1,44	-
- 21½ -	-	29,6	-	-	- 1 -	1,38	-
				Im Mittel für	1 Zoll	1,42	Theil.

Nach den hier mitgetheilten Beobachtungen beträgt sie

für 11,76	Dec. Z.	Druckhöhe	22	Th.;	also für 1 Duodec. Z.	1,36	Th.
- 4,78 -	-	-	10	-	- - 1 -	- 1,45	-
					Im Mittel für 1 Zoll	1,41	Th.

Die beiden Mittel weichen weniger von einander ab, als die zusammengehörigen Zahlen unter sich von einander verschieden sind.

Aus dem Ganzen folgt, dafs der Druck der Quecksilbersäule, die in dem Haarröhrchen des Thermometers eingeschlossen ist, ziemlich genau dem hydrostatischen Gesetze gemäfs auf die Kugelwände drückt.

Da die Depressionen der Quecksilbersäule ihrer Länge genau genug proportional sind, so stören sie die Richtigkeit des Thermometers nicht, wenn es nur immer in senkrechter Lage beobachtet wird. Kann es nicht anders als in senkrechter Lage beobachtet werden, so mufs man wegen der Depression Rechnung halten.

Da sich der Luftdruck nicht selten um einen Zoll Quecksilberhöhe und mehr verändert, und eine Druck-

Digitized by Google

höhe von 1 Zoll bei den Thermometern XIII., XIV., XV., XVI. und XVII. eine Erhebung von mehr als 1 Theile der Säule bewirkt; so ergiebt sich daraus die Nothwendigkeit, bei sehr genauen Temperaturbeobachtungen auch über diese Verrückungen des Aufthaupunkts Rechnung zu führen.

Die Thermometer VII., IX. und X. zeigten bei einer Druckhöhe von respective 2,19 — 2,46 — 2,97 Decimalzoll eine allen gemeinschaftliche Depression von zwei Theilen; bei einer Druckhöhe von 3,44 — 3,91 — 4,12 Decimalzoll eine Depression von 4 Theilen. Dieses sind Ergebnisse von wenig sorgfältigen Beobachtungen.

3. Bemerkungen über die angewendeten Rechnungsmethoden, und über das Calibriren der Thermometer.

Es ist mein Bestreben gewesen, bei meiner Arbeit über das Thermometer alle Rechnungen möglichst einfach und elementar zu halten. Meine Untersuchungen sollten auch solchen zugänglich seyn, die in höhern und verwickeltern Berechnungen weniger geübt sind. Darum habe ich nicht die Methode der kleinsten Quadratsummen der Fehler angewendet, die mir bei einigen Bestimmungen wahrscheinlich etwas schärfere Resultate geliefert haben würde, als meine eigene Rechnungsart; doch werde ich in meinen Rechnungen wesentliche Zwecke durchaus nicht verfehlt haben. Die früher von mir mitgetheilte Methode zur Berechnung der Capacität der Thermometerröhren in ihren verschiedenen Abtheilungen ist durchaus elementar, sie ist leicht ausführbar, und genügt vollkommen, wenn die Röhren irgend eine regelmäfsige Stelle von einigem Umfange haben. Ich habe mich erst später überzeugt, dafs die letztere Voraussetzung nicht immer gemacht werden kann. Die vier von mir zuletzt calibrirten Röhren (XIII., XIV., XV., XVI.) waren so unregelmäfsig, dafs die beschriebene Methode nicht angewendet werden konnte. Ich verfuhr auf folgende Weise. Zuerst wurde die Länge eines Fadens von etwa 12000 Theilen in allen Theilen

Digitized by Google

der Röhre, indem er jedesmal 200 Theile fortrückte, beobachtet. Diese Beobachtungen wurden dreifach angestellt, und aus den drei Reihen wurde das Mittel genommen. Ferner wurde der mittlere Theil der Röhre in einer Ausdehnung von 12000 Theilen (Länge des ersten Fadens) auf dieselbe Art erst durch einen Faden von 5000 Theilen, dann durch einen andern von 2000 Theilen Länge untersucht. Für jede Fadenlänge wurden 3 Reihen beobachtet, und aus ihnen das Mittel genommen. Nun wurden die Capacitäten der Röhrenstrecken von 200 zu 200 Theilen in diesem mittlern Theile mit $a, b, c, \ldots a', b', c', \ldots a'', b'', c'', \ldots$ bezeichnet. Wenn nun z. B. der Quecksilberfaden in der Strecke a um 200 Theile fortrückte, während er oben etwa bei b' nur um 198 Theile fortschritt, so war $a = \frac{198}{200} b' = \frac{200}{202} b'$. Schritt ferner der Faden bei b' um 200 Theile fort, während er bei c'' um 196 Theile emporstieg, so war $b' = \frac{196}{200} c'' = \frac{200}{204} c''$. Folglich $a = \frac{200}{206} c''$. Man sieht leicht ein, dafs hier durch Vernachlässigung von Gröfsen der zweiten Ordnung, die durchaus nicht in Betracht kommen, die Zahlen sehr einfach gehalten werden. Jede Ablesung für die beiden kürzern Fäden, mit Ausnahme der ersten, giebt auf diese Art zwischen den unbekannten Gröfsen eine Gleichung, wovon allerdings durch Zufall eben nicht alle unabhängig von einander sind. Man wird aber immerhin, wenn nicht der Zufall sehr unglücklich waltet, leicht doppelt so viele von einander unabhängige Gleichungen erhalten, als unbekannte Gröfsen da sind. Ihre Auflösung ist sehr leicht, und macht bei Anwendung der obigen Abkürzung wenig Mühe. So erhält man für jede unbekannte Gröfse wenigstens zwei Zahlenwerthe, aus welchen man das Mittel nimmt. Diese substituirt man statt der Buchstaben im mittlern Theile der Röhre, und bestimmt die Räume der äufsern Theile nach den Beobachtungen am ersten Faden. Wenn ich nach solchem Verfahren die nun bestimmten Capacitäten der Röhrenstrecken mit sämmtlichen beobachteten Fadenlän-

Digitized by

gen verglich; so fand ich nur selten Abweichungen von 1 Theile, nie gröfsere. Ich konnte nun versichert seyn, dafs die fernere Auswerthung der willkürlichen Eintheilung in Graden nur selten Fehler von 1 Theile, und nie gröfsere haben werde.

Beim Calibriren sollen Räume von 200 zu 200 Theilen mit einander verglichen werden. Beim Beobachten der Länge des Quecksilberfadens vergleichen sich Räume mit einander, wovon zwar der untere zwischen den vorausbestimmten Theilstrichen liegt, nicht aber der obere. Die obern Räume müssen nun vor der Berechnung durch Interpolation gleichsam zwischen die vorausbestimmten Theilstriche hingeschoben werden.

Die gröfste Schwierigkeit beim Calibriren der Thermometer liegt darin, dafs es sehr schwer ist, im Verlaufe einer Beobachtungsreihe einen Quecksilberfaden von 12000 Theilen Länge so genau in gleicher Temperatur zu erhalten, dafs die Beobachtungen dadurch nicht gestört werden. Eine Temperatur-Differenz von 1° C. giebt hier schon eine Veränderung in der Länge des Fadens von 2 Theilen. Um nun eine Temperaturveränderung von $\frac{1}{2}$ Grade zu verhüten, sorgte ich vorab dafür, dafs die strahlende Wärme des Körpers das Thermometer und seine Umgebung möglichst wenig traf. Die Wärme konnte nicht ganz abgehalten werden. Es wurde darum ein zweites Thermometer dicht neben die zu calibrirende Röhre gelegt; veränderte dieses seinen Stand um $\frac{1}{4}$°, so wurden die Beobachtungen auf kurze Zeit unterbrochen. Trotz der häufigen Unterbrechungen mufste eine ganze Reihe von Beobachtungen schnell genug vollendet seyn, damit sich in der Zeit die Temperatur des Beobachtungsortes nicht um $\frac{1}{4}$° änderte. Zur Controlle wurde unmittelbar nach der letzten Beobachtung im obersten Theile der Röhre, die Länge des Quecksilberfadens am untern Theile bestimmt, welche mit der früher im Anfang abgelesenen Länge zusammenfallen mufste.

Digitized by Google

III. *Untersuchung des Wassers der Heilquelle zu Ronneby; von J. J. Berzelius.*

(Aus den *K. Vetensk. Acad. Handling. für* 1827. *St.* 1.)

Der Gesundbrunnen Ronneby liegt nicht ganz eine Viertelmeile von dem Flecken Ronneby, am östlichen Ufer des Flusses, durch welchen der Rotnen-See in die Ostsee abfliefst. Man wurde zuerst im J. 1726 durch den Apotheker Ferber auf denselben aufmerksam gemacht *). Die Stelle gehörte zum Gute Botebro, welches damals der Flottenkapitain H. H. Schlyter besafs. Dieser schenkte im Jahre darauf den Brunnen nebst einer Strecke Landes von 400 Quadratellen an Ferber, welcher daselbst eine Brunneneinrichtung anlegte. Einige Streitigkeiten über das Besitzrecht zu dieser Brunneneinrichtung veranlafsten eine Königl. Verordnung vom 5. Nov. 1779, durch welche die Einrichtung für öffentliches Eigenthum erklärt wurde, was in einer späteren Verordnung vom 4. Oct. 1780 seine Bestätigung erhielt.

Der Brunnen gehört zu den besuchtesten in Schweden, und seine heilsame Wirkungen sind weit und breit berühmt. Er liegt 3 bis 4 Klafter vom Ufer des Flusses, und ist von diesem durch einen Fahrweg geschieden. Er scheint gegraben zu seyn, ist ungefähr 7 Fufs tief, und hat sichtbar keinen Abflufs. Nach dem Auspumpen füllt er sich aber sehr schnell. Das Wasser ist klar, farblos, schmeckt unangenehm nach Eisenvitriol und Alaun, wird trübe an der Luft, und bedeckt sich schon im Brunnen mit einer Haut von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd.

*) Diese geschichtlichen Angaben sind genommen aus einem Berichte des Dr. A. G. Franck an das Königl. Gesundheits-Kollegium, vom 29. Oct. 1823.

Digitized by Google

Die Prüfung mit Reagenzien zeigt, dafs der vorzüglichste Bestandtheil dieses Wassers schwefelsaures Eisenoxydul ist, ohne Oxydsalz; denn, wenn der Brunnen frisch ausgepumpt worden ist, wird das Wasser durch Galläpfeltinktur nicht getrübt, bis auf Kosten der Luft eine Oxydation statt gefunden hat.

Es ist bekannt, dafs die bittersalzreichen Brunnen in Sachsen und Böhmen gegrabene Brunnen sind, in denen das Wasser, nachdem es ausgepumpt ist, bis zu einer gewissen Höhe steigt, und deren Salzgehalt, nach Struve's Versuchen, von einer Erdschicht herrührt, welche durch das eindringende Meteorwasser, unter Bildung von Bittersalz, zersetzt wird. Da der Ronneby-Brunnen keinen sichtbaren Abfluſs hat, so halte ich es für möglich, dafs dasselbe auch bei ihm der Fall ist.

An der Stelle, wo das Wasser vorkommt, ist die Erdfläche vollkommen eben, wie an Orten die einst unter Wasser gestanden haben. Dieser Boden ist weder grofs, noch von regelmäfsiger Gestalt. Im Westen begränzt ihn der Flufs, und im Osten eine ziemlich abschüssige Bergwand. Im Norden der Quelle steigt etwas zwischen dem Flufs und diesem Boden Urgebirge auf, und nordwärts dieser Erhöhung *) breitet sich derselbe Boden wiederum gegen den Flufs hin aus. An dieser Stelle legte vor einigen Jahren der Kaufmann Ekholtz einen Brunnen an, welcher ein völlig gleiches, aber specifisch etwas leichteres Wasser lieferte, und sich auch nach dem Auspumpen weit langsamer füllte, als der alte Brunnen. Diese Umstände scheinen für die Ansicht zu sprechen, dafs der ganze Boden ein und dasselbe vitriolische Wasser enthalte, und dieses in ihm überall anzutreffen sey, wo man bis zur gehörigen Tiefe hinabgeht, auch dafs man möglicherweise das Lager finden werde, welches das Wasser mit den in ihm gelösten Salzen versieht.

*) Diese Erhöhung ist am Ende gegen den Flufs hin bebaut, und trägt daselbst ein kleines Kornfeld.

Digitized by Google

Um hierüber einige Aufklärung zu erhalten, habe ich Hrn. G. Bruun, Apotheker in Ronneby, ersucht, den Boden mehrere Ellen tief durchgraben zu lassen, was derselbe auch mit Bereitwilligkeit gethan hat. Er hat mir Proben von der Erde aus ungefähr jedem Fuſs Tiefe der Durchsenkung zugesandt. Dicht unter der Grasdecke liegt eine rothe Erde, welche beim ersten Ansehen einem verwitterten und ausgelaugten eisenhaltigen Minerale gleicht, näher betrachtet sich aber als ein pulverförmiger Brenntorf ergiebt, der mit Torfgeruch verbrennt, und dabei viele und eisenhaltige Asche hinterläſst. Darunter kommt eine weiſsgraue Erde vor, die nach dem Trocknen dem Mergel gleicht, aber nichts anders als feines Kieselmehl ist, welches sich in Säuren nicht löst, und mit Soda zu Glas schmilzt. Dieses geht allmälig in einen Schlamm von zerstörten Pflanzenresten über. Darunter kommt ein zwei Fuſs mächtiges Lager von zusammengedrückten Sphagnum, welches im frischen Zustande oben auf hellgelb ist und hepatisch riecht, an der Luft aber schwarz wird; in seinem untern Theile ist es mit noch ganz unzerstörten breiten und langen Blättern von Wasserpflanzen durchwebt. Darunter kommt, ein Paar Fuſs mächtig, ein besonders feiner Schlamm, welcher zum Baden gebraucht wird. Dieser Schlamm ruht auf feinem weiſsem Sand, welcher ungefähr 8 Fuſs tief unter der Erdoberfläche anfängt. Tiefer hat er diese Untersuchung nicht fortgesetzt.

Hienach scheinen also die Bestandtheile dieses Wassers nicht von einer in der Nähe des Brunnens liegenden Schicht verwitterten Schwefelkieses oder Alaunschiefers oder ähnlicher Mineralstoffe herzurühren; vielmehr ist es daraus glaublich, daſs das Wasser durch die Adern der Quelle in den erwähnten lockern Boden einfiltrirt, und aus diesem unbemerkt in den Fluſs abflieſst.

Digitized by Google

Analytische Untersuchung.

Einen grofsen Theil dieser Untersuchung habe ich die Ehre gehabt gemeinschaftlich mit Sr. Excell. dem Grafen Trolle-Wachtmeister in dessen Laboratorium zu Ärup anzustellen.

Das specifische Gewicht des Wassers, von einer in der Mitte Juli's geschöpften Probe genommen, wurde gleich 1002,550 gefunden. Eine andere, im September geschöpfte Probe wog 1002,548, hatte also dasselbe specifische Gewicht, denn die Abweichung liegt offenbar zwischen den Gränzen der Beobachtungsfehler.

a. 634,27 Grammen Wasser wurden in einem gewogenen Platintiegel zur Trockne verdampft; sie hinterliefsen eine rothbraune Masse, die 1,825 Grm. wog.

b. Die trockne Masse wurde mit einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak übergossen und digerirt, und das Ungelöste mit einer Lösung desselben Salzes gut ausgewaschen. Die filtrirte Lösung war farblos und hinterliefs, nachdem sie zur Trockne verdunstet und das Salz geglüht worden war, 0,156 feuerfestes Salz. Dieſs löste sich nicht vollkommen klar in Wasser auf; ohne filtrirt zu werden, wurde die Lösung desselben mit kohlensaurem Kali versetzt, mit demselben zur Trockne verdunstet, und gelinde geglüht. Nach Wiederauflösung in Wasser hinterliefs es eine weifse Erde, aus welcher kaustisches Ammoniak 0,0045 Grm. eines Körpers, der alle Eigenschaften des Zinkoxydes besafs, auszog, mit Hinterlassung von 0,018 Grm. Talkerde, welcher ein wenig Manganoxydul beigemengt war. Die alkalische Salzlösung gab, bei Behandlung mit phosphorsaurem Natron, einen geringen Niederschlag, der beim Abdunsten zunahm. Die Quantität desselben war aber zu unbedeutend, um gewogen zu werden. Er besafs nicht die Eigenschaften eines Lithionsalzes; ergab sich dagegen vor dem Löthrohr als ein Gemenge von phosphorsaurer Talkerde, Man-

Digitized by

ganoxydul und Zinkoxyd, welches das Kali ungeachtet des Eintrocknens und Glühens nicht abzuscheiden vermocht hatte.

c. Um zu bestimmen, welche feuerfeste Alkalien diese Salzmasse enthielte, wurde eine gleiche Menge Wasser in einer davon halbgefüllten und verschlossenen Flasche stehen gelassen, und diese von Zeit zu Zeit geöffnet, damit die Luft hinzuträte, bis das Eisenoxydul völlig oxydirt war, worauf es dann mit kaustischem Ammoniak gefällt wurde. Die filtrirte Flüssigkeit wurde mit essigsaurer Baryterde gefällt, zur Trockne abgeraucht und die Salzmasse zur Zerstörung der Essigsäure verbrannt. Wasser zog daraus Alkali aus, welches nach Sättigung mit Alkali und Abdunstung 0,080 Grm. salzsaures Alkali zurückliefs. Chlorplatin fällte daraus das Doppelsalz von Kali, welches nach Abdunstung und Behandlung mit Alkohol übrig blieb, und 0,025 Grm. wog. Diese Salze entsprechen also 0,0077 Chlorkalium oder 0,005 Kali und 0,0723 Chlornatrium oder 0,039 Natron.

d. Um zu finden, ob das Wasser Ammoniak enthalte, wurde eine 4 Mal beträchtlichere Menge von demselben, nämlich 2527 Grm., auf ein geringeres Volumen abgedunstet, mit kohlensaurem Natron im Ueberschufs versetzt, und sobald alles Brausen aufhörte, die Masse eingegossen und in eine Vorlage destillirt, die ein wenig Salzsäure enthielt. Nachdem die Hälfte der Flüssigkeit übergegangen war, wurde die Vorlage gewechselt, ihr Inhalt ausgegossen und bei einer gelinden Wärme abgedunstet. Es blieben, nachdem die überschüssige Salzsäure verjagt worden war, 0,12 Grm. Salmiak zurück, welche sich ohne Rückstand verflüchtigen liefsen. Das Wasser, welches bei fortgesetzter Destillation überging, war nicht mehr alkalisch. Diefs salmiakhaltige Wasser entspricht 0,0096 Grm. Ammoniak auf 634,27 Grm. Wasser.

e. Die in *b* mit kohlensaurem Ammoniak behandelte Masse wurde in Salzsäure aufgelöst, wobei 0,065 Grm.

Digitized by Google

Kieselerde ungelöst zurückblieben, darauf, zur vollständigen Oxydation des Eisens, mit etwas Salpetersäure versetzt und gekocht, und nun mit kaustischem Ammoniak gefällt. Der Niederschlag wurde auf ein Filtrum gebracht, gut gewaschen und geglüht; er wog 0,474 Grm. Wieder aufgelöst in Salzsäure liefs er 0,008 Kieselerde ungelöst zurück. Aus der Auflösung fällte kaustisches Kali, welches im Ueberschufs hinzugesetzt wurde, Eisenoxyd, und aus der durchgegangenen alkalischen Flüssigkeit und dem Waschwasser wurde, durch Uebersättigung mit Salzsäure und Fällung mit kohlensaurem Ammoniak, Thonerde erhalten, welche geglüht 0,105 Grm. wog. Aus dem mit Kali gefälltem Eisenoxyd wurde, nach Wiederauflösung und Fällung des Eisenoxyds mit bernsteinsaurem Ammoniak, durch Zusatz von Blutlauge zu der filtrirten Lösung 0,024 Grm. Maganoxydul-Eisenoxyd erhalten, die 0,008 Grm. reinen Manganoxyduls entsprechen. Wenn 0,121, das Gewicht der Thonerde, Kieselerde und Manganoxydul, von 0,474 abgezogen wird, bleibt für das Eisenoxyd 0,353 Grm. = 0,317 Oxydul.

f. Die mit kaustischem Ammoniak gefällte Flüssigkeit wurde mit oxalsauren Ammoniak niedergeschlagen, wodurch man oxalsauren Kalk erhielt, welcher, nach gelindem Brennen zu kohlensaurem Kalk, 0,173 Grm. wog, =0,0975 Kalkerde.

g. Die mit oxalsaurem Ammoniak gefällte Flüssigkeit wurde abgedunstet und die Ammoniaksalze durch Glühen verjagt, worauf Talkerde übrig blieb, die, nachdem sie eine Zeit lang in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammoniak geglüht worden war, 0,023 Grm. wog. Nachdem ihr die in *b* erhaltene hinzugefügt worden, wurde sie in Salzsäure gelöst, mit kaustischem Ammoniak gesättigt und mit Blutlaugensalz versetzt. Das erhaltene Cyan-Eisen-Mangan entsprach 0,004 Grm. Manganoxydul, wonach für die Talkerde 0,037 Grm. übrig bleiben.

Digitized by

h. Um zu bestimmen, von welchen Säuren diese Basen aufgelöst gehalten würden, versetzte man 634,27 Grm. des Wassers mit Salzsäure, um die Ausscheidung des Eisenoxyds zu verhüten, und fällte es darauf mit Chlorbarium. Der erhaltene schwefelsaure Baryt wog 2,598 Grm. Bei einem andern Versuche wurden 2,586 Grm. erhalten. Das erste war im September, das letzte im Juli geschöpft. Wenn der Unterschied nicht ein Beobachtungsfehler ist, so liegt er darin, dafs sich das Eisenoxyd beständig in Form des basisch schwefelsauren Salzes aus dem Wasser niederschlägt, welches also nur dann, wenn der Brunnen frisch ausgepumpt worden ist, seine richtige, unveränderte Zusammensetzung besitzt.

i. Dieselbe Menge des Wassers, zuvor mit Salpetersäure in Ueberschufs versetzt, wurde mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, wodurch ein geringer Niederschlag entstand, der, auf ein Filtrum gebracht, 0,0465 Grammen wog.

Das Gesammtresultat der vorhergehenden Versuche ist also folgendes. 634,27 Grammen Wasser hatten gegeben:

Eisenoxydul (*c*)	0,317	Sauerstoffgehalt	0,0722
Thonerde (*e*)	0,105	- -	0,0490
Kalkerde (*f*)	0,0975	- -	0,0273
Talkerde (*b*) (*g*)	0,0370	- -	0,0143
Natron (*c*)	0,039	- -	0.0100
Kali (*c*)	0,005	- -	0,0008
Ammoniak (*d*)	0,0096	- -	0,0045
Manganoxydul (*b*) (*g*)	0,008	- -	0,0017
Zinkoxyd (*b*)	0,004	- -	0,0008
Kieselerde (*c*)	0,073	- -	
Schwefelsäure (*h*)	0,8937	- -	
Chlor (*i*)	0,0116	- -	
	1,6004		0,1806

Digitized by

Stellen wir nun einige Betrachtungen über diefs empirische Resultat an. Dafs der feste Rückstand von dem eingekochten Wasser 1,825 wog, statt 1,6, rührt von dem Krystallwasser der darin befindlichen Salze her. Da nun 634,27 Th. Wasser an festen Bestandtheilen 1,6004 enthalten, so kommen davon auf 100 Th. Wasser 2,523 oder $\frac{1}{4}$ Procent, welches auch mit dem specifischen Gewicht des Wassers, 1,00255, übereinstimmt.

Die gefundene Quantität des Chlors nimmt eine Quantität Basis auf, deren Sauerstoff 0,0026 beträgt, wonach folglich für die Schwefelsäure 0,178 übrig bleiben, welche Zahl $\times 5 = 0{,}89$ so nahe, als man nur erwarten darf, mit der gefundenen Quantität übereinstimmt.

Addirt man den Sauerstoffgehalt der feuerfesten Alkalien zu der Sauerstoffmenge, welche das Ammoniak vorstellt, so kommt 0,0153, welche Zahl $\times 3 = 0{,}0459$ wiederum dem Sauerstoffgehalt der Thonerde nahe kommt. Da diese Erde unter den hier befindlichen Basen die schwächste ist, so mufs sie mit der schwächsten Säure vereinigt seyn, d. h. mit dem Chlor. Dadurch geht 0,0055 Thonerde ab, deren Sauerstoffgehalt, 0,0026 abgezogen, 0,0464 für den Sauerstoff der mit der Schwefelsäure verbundenen Thonerde übrig läfst. Da aber die Thonerde mit allen drei dieser Alkalien und mit Schwefelsäure Alaun bildet, in welchem der Sauerstoff der Erde das Dreifache des der Alkalien ist, so folgt, dafs das Wasser aufser Chloraluminium (salzsaurer Thonerde) enthält: Alaun von den drei genannten Alkalien, schwefelsaure Kalkerde (Gyps), schwefelsaure Talkerde (Bittersalz), schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol), schwefelsaures Manganoxydul und schwefelsaures Zinkoxyd, die beiden letzten Salze in höchst geringer Menge.

Digitized by Google

Das Resultat dieser Versuche ist hienach also:

	in 634,27 Th.	in 1,0000 Th.
Schwefelsaures Eisenoxydul	0,6780	1,0686
- - Zinkoxyd	0,0084	0,0133
- - Manganoxydul	0,0165	0,0260
Schwefelsaure Kalkerde	0,2350	0,3705
- - Talkerde	0,1085	0,1716
Ammoniak-Alaun	0,1349 *)	0,2126
Natron-Alaun	0,3038	0,4790
Kali-Alaun	0,0274	0,0433
Chloraluminium	0,0145	0,0230
Kieselerde	0,0730	0,1151
	1,6000	2,5230.

Aufser diesen Stoffen enthält das Ronneby-Wasser noch Extraktivstoff, welcher bei der Analyse gröfstentheils mit dem Eisenoxyd niederfällt, und, wenn man die Salze im Wasser durch kohlensaures Kali in Ueberschufs zerlegt, vom Kali aufgenommen wird, und verursacht, dafs die abgedunstete Salzmasse, wie von eingemengtem Eisenoxyd, rothbraun ist. Brennt man das trockne Salz, so verkohlt sich dieser Stoff unter einem Geruch, der mehr dem eines Thierstoffes als dem eines Pflanzenstoffes gleicht, obgleich er auch nicht völlig mit dem eines verbrennten Thierstoffs übereinkommt. Er riecht dabei deutlich ammoniakalisch, auch wenn von dem Ammoniakgehalt des Wassers nichts mehr in der Salzmasse übrig ist. Die Menge desselben habe ich nicht bestimmt, oder vielmehr nicht bestimmen können.

Der Apotheker Bruun liefs mich eine gröfsere Menge

*) Da bei der Berechnung dieses wissenschaftlichen Resultats eine geringe Spur von Thonerde und Schwefelsäure, aufser dem zur Bildung von Alaun verwandten, übrig bleibt, so habe ich angenommen, diese habe Ammoniak-Alaun ausgemacht, wovon das Ammoniak bei der analytischen Untersuchung verloren gegangen sey. Die dazu fehlende Ammoniakmenge liegt durchaus innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler.

Digitized by Google

dieses Wassers in einem eisernen Gefäfse einkochen, womit ich die Absicht hatte, die im Wasser befindlichen Salze besonders herauskrystallisirt zu erhalten. Aus dem Rückstand schofs zuerst schwefelsaures Eisenoxydul für sich an, dann gemengt mit octaëdrischen Krystallen von Ammoniak-Alaun, und endlich blieb eine Mutterlauge, von einiger Consistenz, aus welcher keine regelmäfsigen Krystalle mehr erhalten werden konnten. Von dieser verworren angeschossenen Masse verwitterte ein Theil an der Luft. Diefs war Natron-Alaun. Das Bittersalz schofs in denselben Krystallen gemengt mit Eisenvitriol an. Der Gyps hatte sich während des Einkochens in grofser Menge abgesetzt.

Ein Heilwasser von solcher Zusammensetzung verdient die ganze Aufmerksamkeit der Aerzte *). Da die Erfahrung schon gezeigt hat, dafs es heilsame Wirkungen thut, so ist es der Mühe werth, dafs ein geschickter Brunnenarzt angestellt werde, der durch genaue Beobachtungen gehörig ausmittle, in welchen Fällen es vor andern Dienste thue, und in welchen es nicht anwendbar sey. Bis jetzt ist diefs noch ganz versäumt.

*) Aehnliche Heilwasser sind bis jetzt sehr wenig bekannt und gebraucht. Auf der Insel *Wight*, bei Sandrocks im Kirchspiel Chale, findet sich eine ähnliche Heilquelle, deren Wasser von Alex. Marcet untersucht ist. Dieses Wasser enthält 3 Mal so viel Salz als das bei Ronneby. Das spec. Gewicht desselben ist 1007,5. Es enthält auf 1 Pinte (oder Maafs von 16 Unzen Wasser)

Krystallisirten Eisenvitriol	41,4
Schwefelsaure Thonerde, die für krystallisirten Alaun zu nehmen ist	31,6
Krystallisirten Gyps	10,1
Krystallirtes Bittersalz	3,6
- - Glaubersalz	16,0
Kochsalz	4,0
Kieselerde	0,7
Grau	107,4

Die medicinischen Wirkungen desselben sind vom Dr. W. Lemprierre beschrieben (*Report of the medicinal effects of an aluminous chalybeate water etc. Newport*, ohne Jahreszahl). Durch einige Versuche, welche ich Gelegenheit hatte mit diesem Wasser anzustellen, fand ich, dafs es nur Natron-Alaun aber kein Kali oder Ammoniak enthält.

Digitized by Google

IV. *Ueber das Verhalten des Schwefelwasserstoffgases gegen Quecksilberauflösungen; von Heinrich Rose.*

Leitet man Schwefelwasserstoffgas durch die Auflösung eines Metalloxydes, welches durch dasselbe in ein unlösliches Schwefelmetall und in Wasser verwandelt wird, so bildet sich das Schwefelmetall entweder sogleich, und dann bewirken gewöhnlich schon die ersten durch die Flüssigkeit strömenden Blasen diese Zersetzung, oder es bildet sich, wie in den Auflösungen der electronegativen Metalle, erst nach längerer Zeit, wobei aber doch der zuerst entstehende Niederschlag des Schwefelmetalls gewöhnlich von dem nicht verschieden ist, der später sich bildet, wenn sich die Flüssigkeit immer mehr und mehr mit Schwefelwasserstoffgas sättigt. Nur die Auflösungen der Quecksilberoxydsalze und der ihnen entsprechenden Verbindungen des Quecksilbers mit Chlor, Brom und Fluor machen in dieser Hinsicht eine Ausnahme. Es ist eine sehr bekannte Erscheinung, dafs Schwefelwasserstoffgas in diesen Auflösungen einen weifsen Niederschlag bildet, der sich erst spät, wenn das Gas im Uebermaafs angewandt worden ist, in einen schwarzen verwandelt, welcher in seiner Zusammensetzung nicht von dem Schwefelquecksilber verschieden ist, das dem Quecksilberoxyde entspricht.

Die Meinungen, die man über den zuerst entstehenden weifsen Niederschlag geäufsert hat, sind sehr verschieden. Die gewöhnlichste, so viel mir bekannt ist, ist die, dafs man ihn für ein Gemenge von Quecksilberoxydulsalz mit Schwefel hielt; der weifse Niederschlag, der in Quecksilberchloridauflösungen durch Schwefelwasserstoffgas entsteht, in welchem man die Gegenwart des Chlors nachweisen konnte, hielt man wenigstens immer

Digitized by Google

für ein Gemenge von Schwefel und Quecksilberchlorür *). Ich habe mehrere von diesen Niederschlägen quantitativ untersucht; das Resultat der Untersuchungen war, dafs sie aus einem unzersetzten Quecksilbersalz und Schwefelquecksilber in einem bestimmten Verhältnisse bestehen.

Die meisten Untersuchungen habe ich mit dem weifsen Niederschlage angestellt, der durch Schwefelwasserstoffgas in *Quecksilberchloridauflösungen* entsteht. Leitet man das Gas durch eine Auflösung des Quecksilberchlorids, so wird, wenn letzteres in einem grofsen Ueberschusse vorhanden ist, ein Niederschlag erzeugt, der weifs ist; wenn aber die Blasen des Gases schnell strömen, und auf der Oberfläche des Gases zerplatzen, so erzeugen sie Niederschläge, die Mengungen von Weifs und Schwarz sind. Hört man mit dem Strömen des Gases auf, wenn noch viel vom Quecksilberchlorid unzersetzt ist, und schüttelt die Flüssigkeit, so wird der gefärbte Niederschlag vollkommen weifs.

Der Niederschlag, auf diese Weise entstanden, bleibt sehr lange in der Flüssigkeit suspendirt, mit derselben eine Milch bildend; er läfst sich eben so schwer filtriren, wie Titansäure, wenn diese durch's Kochen aus ihren Auflösungen gefällt wird. Schon diese Beschaffenheit des Niederschlags macht es unwahrscheinlich, dafs er ein Gemenge von einem schweren, leicht sich absetzenden und einem leichten Pulver sey, und daher wohl nicht gut aus Quecksilberchlorür und Schwefel bestehen könne.

Der Niederschlag läfst sich besser filtriren, wenn man ihn auf die Weise bereitet, dafs man feuchtes schwarzes

*) Guibourt hielt ihn (*Annales de chimie et de physique. T. I. p.* 426.) für eine Verbindung von Quecksilber mit Chlorschwefel, und den weifsen Niederschlag, der in salpetersaurer Quecksilberoxydauflösung hervorgebracht wird, für eine Verbindung von Quecksilber mit Sauerstoffschwefel. Er dachte sich diese Verbindungen, den von Gay-Lussac kurz vorher entdeckten Cyanverbindungen analog.

Digitized by Google

Schwefelquecksilber mit einem Ueberschufs einer Quecksilberchloridauflösung kocht. Nach kurzer Zeit verwandelt sich dann das schwere leicht sich absetzende Schwefelquecksilber in diesen weifsen Niederschlag. Indessen auch bei dieser Bereitung mufs das Ganze erst längere Zeit stehen, ehe es sich gut filtriren läfst. Es ist hiezu nöthig, dafs das Schwefelquecksilber noch ganz nafs sey. Es verändert sich durch Quecksilberchloridauflösung nicht, wenn es vorher getrocknet worden war. Auch gegen fein zertheilten Zinnober ist Quecksilberchloridauflösung ohne Wirkung. Das feuchte Schwefelquecksilber indessen hat zum Quecksilberchlorid eine so grofse Verwandtschaft, dafs wenn man ein Uebermaafs von ersterem mit einer, selbst sehr verdünnten Auflösung von Quecksilberchlorid in Wasser digerirt, diesem in sehr kurzer Zeit die ganze Menge des Quecksilberchlorids entzogen wird. In der abfiltrirten Flüssigkeit wird durch Alkalien kein Niederschlag von Quecksilberoxyd erzeugt; nur durch salpetersaure Silberoxydauflösung wird nach einiger Zeit eine höchst unbedeutende Opalisirung hervorgebracht.

Der Niederschlag läfst sich vollkommen trocknen. Er hat eine ganz weifse Farbe und im Aeufsern grofse Aehnlichkeit mit dem sogenannten *Mercurius praecipitatus albus.* Bei höherer Temperatur wird er zersetzt. Erhitzt man ihn langsam in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre, so sublimirt sich am weitesten von der erhitzten Stelle ein weifses Sublimat, das sich vollständig in Wasser löst und Quecksilberchlorid ist; näher der erhitzten Stelle und später sublimirt Schwefelquecksilber. Geschieht die Erhitzung sehr rasch, so löst sich oft nicht die ganze Menge des weifsen Sublimats in Wasser auf; es bleibt dann eine kleine Menge eines weifsen Pulvers zurück, das durch Alkalien geschwärzt wird, und aus unzersetzter Verbindung besteht.

In einfachen Säuren ist die Verbindung ganz unlöslich. Dafs sie von verdünnter Chlorwasserstoffsäure nicht

Digitized by Google

aufgelöst wird, ergiebt sich schon aus der Art ihrer Bereitung; aber auch concentrirte Chlorwasserstoffsäure ist ohne Wirkung auf sie. Sogar concentrirte Schwefelsäure, selbst wenn sie damit gekocht wird, zersetzt sie nicht, und ist ohne Einwirkung. Dasselbe ist auch mit der Salpetersäure der Fall, selbst wenn sie lange damit digerirt wird; bekanntlich ist diese Säure auch ohne Einwirkung auf Schwefelquecksilber. Wird aber die Verbindung mit Salpetersäure erhitzt, und dann Chlorwasserstoffsäure hinzugesetzt, so erfolgt eine so starke Einwirkung, dafs gewöhnlich die ganze Menge des Schwefels sogleich in Schwefelsäure verwandelt wird, und sich nur selten etwas Schwefel abscheidet.

Wird die Verbindung in einem passenden Apparate mit Chlorgas behandelt, während sie etwas erhitzt wird, so destillirt zuerst Chlorschwefel ab, und darauf sublimirt sich Quecksilberchlorid.

Mit Auflösungen von Alkalien übergossen wird die Verbindung allmählig schwarz; schneller geschieht die Einwirkung, wenn sie damit gekocht wird. Kohlensaure Alkalien bewirken dieselbe Veränderung, nur langsamer; in der Kälte lassen sie sie oft ziemlich lange unverändert; werden sie aber damit gekocht, so erfolgt die Zersetzung rasch. In der Flüssigkeit ist dann Chlorkalium oder Chlornatrium enthalten. Unstreitig wegen der Entstehung eines schwarzen Niederschlags durch Alkalien hat man in der Verbindung Quecksilberchlorür vermuthet; jener besteht indessen aus einer Mengung von Quecksilberoxyd und Schwefelquecksilber. Da letzteres in gröfserer Menge darin enthalten ist, so wird die Farbe der ersteren überdeckt. Digerirt man den schwarzen Niederschlag mit Chlorwasserstoffsäure, so bleibt Schwefelquecksilber ungelöst zurück, während sich Quecksilberoxyd in der Säure auflöst, das aus der Auflösung durch gewöhnliche Reagentien niedergeschlagen werden kann.

Die quantitative Analyse dieser sonderbaren Verbin-

Digitized by Google

dung, die vorzüglich nur über die wahre Natur derselben entscheiden konnte, habe ich auf mehrerlei Weise angestellt, um ganz entscheidende Resultate zu erhalten.

5,251 Grm. der getrockneten Verbindung wurden mit Wasser gemengt, und durch die Flüssigkeit Schwefelwasserstoffgas geleitet. Das entstandene Schwefelquecksilber auf einem gewogenen Filtrum getrocknet wog 5,048 Grm. Dieses Schwefelquecksilber enthielt indessen etwas unzersetzte Verbindung, weil die Verbindung nicht sehr fein gerieben worden war. Vollständig oxydirt, gab dieses Schwefelquecksilber, nachdem die Auflösung mit Chlorbaryum versetzt worden war, 4,959 Grm. schwefelsaure Baryterde. — Aus der vom Schwefelquecksilber abfiltrirten Flüssigkeit wurde das aufgelöste Schwefelwasserstoffgas durch eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd entfernt, worauf die vom Schwefelkupfer getrennte Flüssigkeit mit salpetersaurem Silberoxyd versetzt wurde. Das erhaltene Chlorsilber wog 1,970 Grm. Nach dieser Analyse betrug die Menge des Quecksilbers in der Verbindung 82,96 Procent, die des Chlors 9,26 Procent.

4,445 Grm. der Verbindung wurden mit Chlorgas zersetzt. Der abdestillirte Chlorschwefel wurde vorsichtig in Wasser geleitet, wobei ich darauf sah, dafs in der Flasche immer ein grofser Ueberschufs von Chlorgas vorhanden war, so dafs nicht eine Spur von schwefelichter Säure entweichen konnte, sondern dieselbe vollständig in Schwefelsäure verwandelt wurde. Ich fuhr fort, so lange Chlorgas strömen zu lassen, bis aller in der Vorlage ausgeschiedener Schwefel sich vollständig oxydirt hatte. Es wurde dann alles in Wasser aufgelöst. Die Auflösung mit Chlorbaryum gefällt gab 2,819 Grm. schwefelsaure Baryterde. Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Schwefelsäure zersetzt, und aus der von der schwefelsauren Baryterde getrennten Flüssigkeit durch Zinnchlorür 3,576 Grm. Quecksilber erhalten. Diese Analyse gab 80,45 Proc. Quecksilber und 8,75 Proc. Schwefel.

Digitized by Google

Um zu sehen, ob die Verbindung immer von gleicher Zusammensetzung sey, wurden 2,629 Grm. einer zu einer andern Zeit bereiteten Menge mit Königswasser oxydirt. Ich erhielt durch Chlorbaryum 1,673 schwefelsaure Baryterde oder 8,78 Procent Schwefel.

Das Resultat der ersten Analyse weicht etwas von dem der andern ab. Die Menge des erhaltenen Schwefelquecksilbers ist aber scheinbar zu hoch, die des Chlors zu niedrig ausgefallen, weil ein kleiner Theil der Verbindung durch Schwefelwasserstoffgas unzersetzt geblieben ist. — Man sieht indessen offenbar, dafs die Verbindung aus einem Atome Quecksilberchlorid und zwei Atomen Schwefelquecksilber zusammengesetzt ist; denn das berechnete Resultat einer solchen Verbindung wäre folgendes:

Quecksilberchlorid	36,80
Schwefelquecksilber	63,20
	100,00

oder

Quecksilber	81,80
Chlor	9,53
Schwefel	8,67
	100,00.

Dieses Resultat widerlegt nun gänzlich die Annahme, dafs die Verbindung aus Quecksilberchlorür und Schwefel bestehe. Würde Schwefelwasserstoffgas Quecksilberchloridauflösung so zersetzt haben, dafs diese Produkte entstanden wären, so könnte wohl die Analyse die Zusammensetzung von gleichen Atomen Schwefequecksilber und Quecksilberchlorid gegeben haben, aber nicht die von zwei des erstern und einem des letztern. — Die Wirkung des Schwefelwasserstoffgases auf eine Quecksilberchloridauflösung besteht also darin, dafs zuerst Schwefelquecksilber gebildet wird, das sich mit unzersetztem Quecksilberchlorid zu einer eignen, in Wasser unlöslichen Ver-

Digitized by Google

Verbindung verbindet. Durch eine gröfsere Menge des Schwefelwasserstoffgases wird das Quecksilberchlorid völlig zersetzt, und nur Schwefelquecksilber gebildet.

Analoge Erscheinungen finden statt, wenn Schwefelwasserstoffgas auf eine *Quecksilberbromidauflösung* einwirkt. Es findet dieselbe milchichte Trübung statt, so dafs ich die Verbindung von Quecksilberbromid und Schwefelquecksilber auf die Art darstellte, dafs ich feuchtes Schwefelquecksilber mit Quecksilberbromidauflösung digerirte. Der getrocknete Niederschlag unterschied sich von dem aus Quecksilberchloridauflösung dargestellten nur durch einen schwachen Stich in's Gelbe. Er verhielt sich gegen Säuren, auch gegen concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure wie dieser, Alkalien schwärzten ihn dagegen langsamer. Erhitzt zerlegte er sich in Quecksilberbromid und in Schwefelquecksilber, das sich später verflüchtigte. Diese Verbindung ist der vorigen analog zusammengesetzt. Ich habe in ihr nur die Menge des Schwefels durch Versuche bestimmt. Bei einem Versuche erhielt ich, als ich 2,673 Grm. davon mit Königswasser oxydirte und die Auflösung mit Chlorbaryum fällte 1,534 Grm. schwefelsaure Baryterde; bei einem andern aus 3,185 Grm. 1,813 Grm. schwefelsaure Baryterde, also 7,92 und 7,86 Procent Schwefel. Nimmt man nach Liebig's Versuchen das Atomengewicht des Broms zu 469,622 an, so müfste in der Verbindung, wenn sie aus einem Atom Quecksilberbromid und zwei Atomen Schwefelquecksilber besteht, 7,83 Procent Schwefel enthalten seyn.

Quecksilberjodid mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, giebt eine ähnliche Verbindung. Ich übergofs Quecksilberjodid mit Wasser, das mit Schwefelwasserstoffgas angeschwängert war, setzte aber nur so viel desselben hinzu, dafs es nicht im Uebermaafs vorhanden war, und digerirte Alles längere Zeit. Es entstand ein leichter, suspendirter gelber Niederschlag, der sich von dem über-

Digitized by

schüssigen unlöslichen rothen Quecksilberjodid ziemlich leicht trennen liefs. Erhitzt zerlegte es sich in rothes Quecksilberjodid und in Schwefelquecksilber, das sich später sublimirte.

Quecksilberfluorid verhält sich gegen Schwefelwasserstoff auf eine ähnliche Weise. Ich behandelte eine Auflösung von Quecksilberoxyd in überschüssiger Fluorwasserstoffsäure in Platingefäfsen mit Wasser, das mit Schwefelwasserstoffgas angeschwängert war. Es entstand ein weifser schwerer Niederschlag, der sich gut mit kaltem Wasser auf einem Platintrichter auswaschen liefs. Leicht getrocknet war er vollkommen weifs; er enthielt dann aber noch Wasser, das er erst nach langem Trocknen bei einer ziemlich erhöhten Temperatur verlor, wodurch er einen schwachen Stich in's Gelbliche erhielt, der beim Befeuchten mit etwas Wasser wieder vollständig verschwand. Er unterschied sich dadurch wesentlich von den beschriebenen Niederschlägen, dafs er schon durch kochendes Wasser zerlegt wurde, welches jene nicht angreift. Er wird dadurch in schwarzes Schwefelquecksilber, das ungelöst bleibt, und in Quecksilberfluorid verwandelt, welches sich indessen nicht ganz ohne zersetzt zu werden auflösen kann. In einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre erhitzt, verwandelte er sich in regulinisches Quecksilber und Fluorkieselgas, während näher der erhitzten Stelle sich Schwefelquecksilber sublimirte. Gegen Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure verhält er sich wie die schon beschriebenen Verbindungen, concentrirte Schwefelsäure hingegen zerlegt ihn, wenn sie damit erhitzt wird, und entwickelt Fluorwasserstoffsäure, während sich das Schwefelquecksilber mit dem entstandenen schwefelsauren Quecksilberoxyde verbindet, wodurch keine Veränderung in der Farbe entsteht. Mit Auflösungen von Alkalien kalt behandelt wird er roth, damit gekocht schwarz. — Ohne Zweifel besteht dieser Niederschlag aus 2 Atomen Schwefelquecksilber,

Digitized by Google

und einem Atome Quecksilberfluorid. Ich erhielt indessen, als ich die Menge des Schwefels in ihm bestimmte, etwas weniger davon, als ich der Berechnung nach erhalten sollte. Dieſs rührt aber nur davon her, daſs es auſserordentlich schwer ist, eine Quantität davon richtig abzuwiegen, weil er bei weitem schwerer zu trocknen ist, als die andern Niederschläge, von denen im Vorhergehenden die Rede war. Ich erhielt von 3,670 Grm. der Verbindung, nachdem sie durch Königswasser oxydirt, und das Fluorwasserstoffgas entfernt, 0,056 Grm. ausgeschiedenen Schwefel, und nachdem die davon abfiltrirte Flüssigkeit mit Chlorbaryum versetzt worden war, 1,842 Grm. schwefelsaure Baryterde. Dieſs macht 8,45 Proc. Schwefel; nach der Berechnung muſs die Verbindung 9,07 Proc. davon enthalten.

Man erhält dieselbe Verbindung, wenn man eine Auflösung von Quecksilberoxyd in Kieselfluorwasserstoffsäure mit Schwefelwasserstoffgas oder feuchtem Schwefelquecksilber behandelt; der Niederschlag enthält dann eine geringe Menge von Kieselerde.

Die *Quecksilberoxydsalze* verhalten sich gegen Schwefelwasserstoffgas wie die Verbindungen des Quecksilbers mit Chlor, Brom und Fluor. Die Niederschläge, die durch dieses Gas im Anfange in den Auflösungen dieser Salze hervorgebracht werden, sind weifs; sie setzen sich besser ab, und lassen sich auch besser filtriren, als der, welcher in Quecksilberchloridauflösung entsteht. Sie bestehen aus Schwefelquecksilber und den angewandten Salzen. Ich habe nur den Niederschlag quantitativ untersucht, der in *salpetersaurer Quecksilberoxydauflösung* durch Schwefelwasserstoffgas hervorgebracht wird.

Dieser ist vollkommen weifs, durch zu langes überflüssiges Aussüfsen erhielt er indessen einen Stich in's Gelbe. In einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre erhitzt, giebt er nur wenig sublimirtes Schwefelquecksilber, es zeigt sich eine bedeutende Menge von

Digitized

Quecksilberkugeln, es entweichen salpetrichtsaure Dämpfe, und es bildet sich Schwefelsäure. Uebergiefst man das Ganze mit Wasser, so wird in demselben durch Chlorbaryum ein bedeutender Niederschlag von schwefelsaurer Baryterde erzeugt. Gegen Säuren verhält er sich wie der Niederschlag aus Quecksilberchloridauflösung; auch die concentrirte Schwefelsäure ist ohne Wirkung auf ihn, und entwickelt aus ihm keine salpetersauren Dämpfe, auch wenn sie damit gekocht wird. Mit Auflösungen von Alkalien kalt übergossen wird er gelb, nach und nach aber schwarz. Wird er damit gekocht, so wird er plötzlich schwarz.

Zur Analyse wurde er nur so lange ausgesüfst, dafs er dadurch nicht zersetzt und gelblich wurde. 5,180 Grm. davon wurden mit Wasser gemengt, und durch das Gemenge Schwefelwasserstoffgas geleitet, bis die Zersetzung vollständig erfolgt war. Ich erhielt 4,538 Grm. Schwefelquecksilber. In der vom Schwefelquecksilber abfiltrirten Flüssigkeit wurde das aufgelöste Schwefelwasserstoffgas durch eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd zerstört, und darauf eine Auflösung von Baryterde im Uebermaafs hinzugesetzt. Die vom Schwefelkupfer und der schwefelsauren Baryterde getrennte Flüssigkeit wurde langsam bis zur Trockne abgedampft, wodurch alle überschüssige Baryterde sich vollständig in kohlensaure Baryterde verwandelte. Die trockne Masse wurde mit Wasser behandelt, und die von der kohlensauren Baryterde abfiltrirte Flüssigkeit mit Schwefelsäure versetzt. Ich erhielt 1,428 Grm. schwefelsaure Baryterde. Diese Analyse gab also 76,35 Proc. Quecksilber und 12,80 Procent (wasserfreie) Salpetersäure.

4,036 Grm. wurden mit Königswasser vollständig oxydirt, und die Auflösung mit Chlorbaryum gefällt. Ich erhielt 2,276 Grm. schwefelsaure Baryterde, die 7,78 Procent Schwefel entsprechen.

Hieraus ergiebt sich, dafs diese Verbindung aus zwei Atomen Schwefelquecksilber und einem Atom wasserfreiem

Digitized by Google

neutralem salpetersaurem Quecksilberoxyde besteht, welche Verbindung der Berechnung nach im Hundert besteht aus:

Schwefelquecksilber	58,95
Salpetersaurem Quecksilberoxyd	41,05
	100,00

oder aus

Quecksilber	76,30
Sauerstoff	2,01
Salpetersäure	13,61
Schwefel	8,08
	100,00.

Diese Verbindung ist deshalb noch merkwürdig, dafs sie wasserfreies und neutrales salpetersaures Quecksilberoxyd enthält, das, nach Mitscherlich's d. j. Versuchen, nicht in fester Form dargestellt werden kann.

Aufser dieser Verbindung des Schwefelquecksilbers mit einem Quecksilberoxydsalze *) habe ich noch dargestellt, aber nicht quantitativ untersucht die Verbindung des Schwefelquecksilbers mit dem schwefelsauren Quecksilberoxyde, die ganz weifs ist, aber beim Auswaschen schwach gelblich wird, und die mit dem essigsauren Quecksilberoxyde. — Eine Ausnahme macht die Auflösung des Quecksilbercyanids, in welcher durch die geringste Menge von Schwefelwasserstoffgas gleich schwarzes Schwefelquecksilber gebildet wird.

Es glückte mir auch nicht eine Verbindung von Quecksilberoxyd mit Schwefelquecksilber darzustellen. Ich digerirte frisch gefälltes Quecksilberoxydhydrat mit feuchtem Schwefelquecksilber und Wasser lange Zeit, ohne sie hervorbringen zu können. Eben so wenig habe ich das Schwefelquecksilber mit Oxyden oder Chlorverbindungen anderer Metalle verbinden können.

*) Analoge Verbindungen sind schon früher von Wöhler und von Liebig dargestellt worden (dies. Ann. Bd. 77. S. 231. u. Bd. 87. S. 125.).

Digitized by Google

V. *Untersuchung des Fahlunits; von Trolle-Wachtmeister.*

(Aus den *K. Vetensk. Acad. Handl.* für 1827. St. 1.)

Das Mineral, dessen Untersuchung ich die Ehre habe der K. Academie hier vorzulegen, ist für die Mineralogen lange ein Gegenstand der Aufmerksamkeit gewesen. Es gehört zur Zahl derjenigen Fossilien, welche, um mich des Hausmann'schen Ausdrucks zu bedienen, die Gruben von Fahlun ganz besonders charakterisiren, weshalb auch der ihm gegebene Name nicht unpassend gewählt scheint. Mit Recht bemerkt aber zugleich der berühmte Mineralog, auf den ich mich so eben berufen habe, dafs der Fahlunit zu den minder bekannten Mineralien gezählt werden könne, was auch daraus erhellt, dafs er selbst, unter dem gemeinsamen Namen *Triklasit*, sowohl den eigentlichen Fahlunit als auch den Dichroit aufgeführt, welcher letztere, bei seiner Auffindung in den Fahlun-Gruben, harter Fahlunit genannt worden ist, aber bestimmt eine eigene Art ausmacht.

Inzwischen fehlte es zur Beurtheilung der chemischen Zusammensetzung des Fahlunits an einer Analyse, bis Hr. Hisinger (*Afhandl. i Fysik och Kemi* 6. *Del*) eine von der unkrystallisirten, im Chloritschiefer eingesprengten Varietät anstellte, zufolge welcher dieselbe zusammengesetzt ist, aus:

Kieselsäure	46,79
Thonerde	26,73
Talkerde	2,97
Eisenoxydul	5,01
Manganoxydul	0,43
Wasser	13,50
	95,43

Digitized by Google

wonach man die Formel $AS^2 + Aq$ aufstellen könnte. Allein die grofse Verwandtschaft des Fahlunits mit den Talkarten — wenn ich so sagen darf — läfst vermuthen, dafs unter dem stattgefundenen Verlust ein bedeutender Theil Talkerde und auch Alkali versteckt sey. Diefs gab mir Veranlassung, mit diesem Minerale eine neue Untersuchung vorzunehmen, um so mehr, als ich durch die Freigebigkeit des Hrn. Heinrich Gahn in den Stand gesetzt wurde, zu dieser Analyse Krystalle anzuwenden, von denen man sich sichere Resultate versprechen konnte.

Ich werde hier besonders die Analysen von drei Varietäten anführen, die ich untersucht habe.

a) Unkrystallisirter Fahlunit.

Dieser am gewöhnlichsten vorkommende, dem der Name Fahlunit vom Anfange her eigentlich zukommt, findet sich an mehreren Stellen in der Grube, aber besonders in der sogenannten Erich Matts Grube, wo er, reichlich eingesprengt in grauen Chloritschiefer, sich als ovale Nieren zeigt, bei denen man im Querbruch zuweilen eine Anlage zur prismatischen Gestalt entdecken kann. Der *Bruch* ist eben, in's Feinsplittrige übergehend. Die *Farbe* ist theils kohlschwarz, theils schwarzbraun; im erstern Falle ist ein feiner Splitter in dünner Kante graugrün, im letzteren braun durchscheinend. Der *Glanz* ist wachsartig, aber schwach. Er wird leicht von einer Stahlspitze geritzt, giebt einen weifsen, etwas in's Braune fallenden *Strich* (die schwarzen Varietäten geben ein reineres Weifs). — Das *Pulver* ist hellgrau, und bekommt im Glühen einen schwachen Stich in's Ocherfarbene. Das *specifische Gewicht* =2,68 (nach Hisinger =2,62).

Vor dem *Löthrohre* werden dünne Splitter fast weifs, zerspringen, und erhalten eine erdige Oberfläche; sie schmelzen unter geringem Anschwellen an den Kanten zu Glas; mit Kobaltsolution werden sie blau. Die schwarzen Varietäten schmelzen leichter und schwellen stärker auf, als die braunen. Mit den *Flüssen* giebt er ein eisenfarbenes Glas. Im *Kolben* erhitzt, giebt er Wasser

Digitized by Google

aus und wird grau. Der organische Stoff, welcher die meisten Talksilicate begleitet, und welcher an offner Luft fortgebrennt werden kann, hindert hier durch seine Verkohlung das Auftreten der weifsen Farbe. Ist die Probe gepulvert, ihre Menge nicht zu gering, und das Glühen stark genug gewesen, so kommt zuletzt Wasser, welches auf dem Glase einen Fleck macht, ohne es anzugreifen, welches Lackmuspapier röthet, und, mit einem Stich in's Gelbe, Fernambuckpapier bleicht.

Die von mir bei der Analyse angewandte Methode ist die, welche man bei talk- und thonerdehaltigen Fossilien gewöhnlich befolgt. Nach dem Glühen mit Alkali, Lösen in Salzsäure, Abscheiden der Kieselerde und Eintrocknen, wurde nämlich die Thonerde und das Eisenoxyd mit doppelt-kohlensaurem Kali gefällt, welches in der hinreichend sauren, aber verdünnten Flüssigkeit die alkalischen Erden mit Kohlensäure verbunden zurückliefs, zugleich mit etwas Mangan und einem geringen Theil von Eisen. Nach Verjagung der Säure, wurden die Oxyde durch Hydrothion-Ammoniak abgeschieden, darauf die Kalkerde durch oxalsaures Ammoniak und nun die Talkerde durch kohlensaures Kali in der Wärme und durch mehrmalige Einkochungen. Die letzte in der Flüssigkeit zurückgebliebene Portion Talkerde, wurde mit kaustischem Ammoniak und phosphorsaurem Natron gefällt, wodurch das Doppelsalz entsteht, dessen Talkerdegehalt nach dem Glühen =36,67 ist, welches aber, da es nicht ganz unlöslich ist, einigen Verlust herbeiführt. Die Thonerde wurde vom Eisenoxyd durch Kochen mit kaustischem Kali abgeschieden, auf ein Filtrum gebracht, mit Salzsäure behandelt, und nun mit kohlensaurem Ammoniak ausgefällt. Das Eisenoxyd wurde, damit es sicher vollkommen oxydirt war, wieder in Königswasser gelöst, durch kochende Digestion mit bernsteinsaurem Natron gefällt, mit kaltem Wasser gewaschen, und endlich auf dem Filtrum mit kaustischem Ammoniak getränkt. Die

Digitized by Google

Educte wurden nach dem Glühen berechnet, und auf den in ihnen gebliebenen Gehalt an Kieselerde geprüft.

Die Bestimmung des Alkali's geschah an einer besonderen Probe, welche mit Flufssäure digerirt wurde; darauf setzte man Salzsäure hinzu, wodurch die Zersetzung weiter vor sich zu gehen schien. Die Lösunng wurde mit Schwefelsäure versetzt und eingetrocknet, die Salzmasse geglüht und mit Wasser digerirt, die Lösung filtrirt und nun zur Abscheidung der Schwefelsäure mit essigsaurem Baryt vermischt. Die essigsauren Salze wurden durch Glühen in kohlensaure verwandelt und die Erden abfiltrirt, worauf man die alkalische Flüssigkeit mit Salzsäure sättigte und eintrocknete. Das Salz wurde nach dem Glühen gewogen, und wieder in Wasser gelöst, wobei sich gewöhnlich etwas Talkerde zurückgehalten zeigte; damit diese letzte Portion möglichst unlöslich werde, wurde während des Glühens der Salzmasse ein Stück kohlensaures Ammoniak in den Tiegel gelegt. Diese Erde wurde gewogen und von dem zuvor erhaltenen Gewichte abgezogen. Die Lösung wurde mit dem $3\frac{1}{2}$ fachen des Salz-Gewichts an krystallisirtem Doppelsalz von Chlorplatin und Chlornatrium vermischt, und damit bei gelinder Ofenwärme eingetrocknet. Das erhaltene Salz wurde mit Alkohol behandelt. Nach dem, was ungelöst blieb, wurde der Kaligehalt berechnet; und das, was an dem zuvor gefundenen Gewicht der Chlor-Salze fehlte, wurde als Natron angesehen.

Zur Auffindung der Flufssäure, deren Gegenwart, als kieselhaltige, sich beim Löthrohrversuch verrathen hatte, wurde eine Probe mit dem Vierfachen ihres Gewichts an verwittertem kohlensaurem Natron geglüht und so lange mit Wasser ausgelaugt, als sich noch eine alkalische Reaction zu erkennen gab. Darauf wurde kohlensaures Ammoniak hinzugesetzt, die Lösung filtrirt und sodann bei sehr gelinder Wärme bis zu einem bedeutend kleinerem Volumen abgedunstet. Nachdem die Flüssigkeit

Digitized by Google

mit Salzsäure gesättigt worden und eine Zeit lang in der Wärme gestanden hatte, wurde sie schnell aufgekocht, mit kaustischem Ammoniak neutralisirt und in eine Flasche gegossen, worin sich eine Lösung von salzsaurem Kalk befand. Die Flasche wurde schnell verkorkt und eine Zeit lang stehen gelassen. Das klare Wasser wurde von dem entstandenen Niederschlag abgegossen, und durch frisch erwärmtes ersetzt, was, nachdem sich der Niederschlag aufs neue gesetzt hatte, wiederholt wurde, bis reines Wasser abfloſs. Der flufssaure Kalk wurde dann herausgenommen und nach ihm die Säure berechnet *).

Die Analye gab:

Kieselerde	43,51	Sauerstoffgehalt:	22,59
Thonerde	25,81	- -	12,05
Eisenoxyd	6,35	- -	1,93
Talkerde	6,53	- -	2,53
Manganoxydul, gemengt mit Eisenoxyd	1,72	- -	0,36
Natron	4,45	- -	1,16
Kali	0,94	- -	0,16
Kieselhaltige Flusſssäure	0,16	- -	
Kalkerde (eine Spur)			
Wasser	11,66	- -	10,36
	101,13		

Hieraus sehen wir, dafs der Sauerstoff in den Basen, welche ein Atom von demselben enthalten, =4,21 beträgt, was beinahe ein Drittel der Summe des Sauerstoffs der Thonerde und des Eisenoxyds, und nahe die Hälfte des Sauerstoffs im Wasser ist. Die Kieselsäure enthält so viel Sauerstoff als zur Sättigung der Basen, die drei Atome Sauerstoff enthalten, und zur Bildung von Bisilicaten mit den übrigen, erforderlich ist. Hiedurch

*) Bei Aufstellung dieser Analyse ist, wie bei den übrigen Versuchen, das Mittel aus zwei Versuchen genommen, die so nahe mit einander übereinstimmen, wie es nur bei Mineralanalysen möglich ist.

Digitized by Google

entsteht offenbar die nachstehende Formel, welche genau mit dem obigen Resultat übereinstimmt, wenn man annimmt, was sicher auch der Fall ist, dafs ein geringer Theil des Eisens als Eisenoxydul unter den Basen im ersten Gliede zugegen ist.

$$\left.\begin{matrix} M \\ mg \\ K \\ N \\ f \end{matrix}\right\} S^2 + 3\left\{\begin{matrix} A \\ F \end{matrix}\right\} S + 2\,Aq$$

Diese Zusammensetzung kann, wenn man blofs das Atomenverhältnifs der Basen oder ihrer Radicale andeuten will, folgendermafsen ausgedrückt werden $= rS^2 + 3RS + 2Aq$, was der chemischen Formel entspricht:

$$\dot{R}^3 \ddot{S}i^2 + 3\dot{R}\ddot{S}i + 6\dot{H}.$$

Da die Talkerde unter den Basen in dem ersten Gliede vorherrschend ist, so scheint es annehmbar, dafs die Hauptmasse in diesem Vereine von isomorphen Körpern oder die das Mineral charakterisirende Masse zusammengesetzt sey aus: $MS^2 + 3AS + 2Aq$.

b) Schwarzer krystallisirter Fahlunit vom Terra-Nova-Schacht in der Fahlun-Grube.

Die Krystallform des Fahlunits ist, nach den in Hrn. Wallman's Sammlung in Fahlun befindlichen grofsen und wohl ausgebildeten Krystallen, von Hrn. Mitscherlich bestimmt und der des Topases gleich gefunden worden. Die Kanten sind gewöhnlich etwas abgerundet, wodurch die Krystalle ein Ansehen erhalten, das man nicht mit Unrecht mit dem durch anfangende Schmelzung entstehenden verglichen hat.

Die Varietät, welche Gegenstand dieser Untersuchung ist, kommt, in mehr oder weniger gut ausgebildeten prismatischen Gestalten, in Bleiglanz vor, von dem sie zuweilen Flitterchen eingesprengt enthält. Sie hat einen

Digitized by Google

nen ebenen Bruch, zeigt aber Anlage zur Grobblättrigkeit. Die Farbe ist, an Kanten von Splitterchen, durchscheinend grau, kaum merklich in's Grüne neigend. Im übrigen ist sie der ersteren gleich, nur hat sie einen stärkeren Glanz und einen weifsen Strich. Das specifische Gewicht ist =2,74.

Im Verhalten vor dem Löthrohr stimmt sie mit dem zuvorbeschriebenen überein. Nur darin zeigt sich eine unbedeutende Verschiedenheit, dafs die Probe, der Flamme ausgesetzt, zwar heller, aber nicht ganz so weifs wird, und an den geschmolzenen Kanten blasiger ist.

Resultat der Analyse.

Kieselsäure	44,60	Sauerstoffgehalt:		23,19
Thonerde	30,10	-	-	14,06
Talkerde	6,75	-	-	2,62
Eisenoxydul	3,86	-	-	0,88
Manganoxydul, etwas eisenhaltig	2,24	-	-	0,48
Kalkerde	1,35	-	-	0,38
Kali, mit Spur von Natron,	1,98	-	-	0,33
Wasser und eine Spur kieselhaltiger Flufssäure	9,35	-	-	8,53
	100,23.			

Die Zusammensetzung giebt hier ganz die nämliche Formel, wie für den vorhergehenden Fahlunit; denn der Sauerstoff in den Basen der ersten Ordnung oder in den mit einem Atome Sauerstoff, ist 4,69, welches ×3 ist =14,07, womit das für die Thonerde gefundene Resultat vollkommen übereinstimmt. Der Sauerstoff der letztgenannten Erde, hinzugefügt zu dem der einatomigen Basen, ist, doppelt genommen, =23,45, welches höchst unbedeutend von der Sauerstoffmenge abweicht, die in der Kieselsäure enthalten ist.

Digitized by Google

c) Dunkelgrauer krystallisirter Fahlunit von der Luisengrube; (Terra-Nova-Schacht?) in der Fahlun Grube.

Er kommt in weit unvollkommner ausgebildeten Krystallen, aus einer formlosen Masse angeschossen in weifsem Fettquarz vor. Er ist dunkelgrau, oder fast schwarzgrau mit einem Stich in's Grüne, welcher sich deutlicher in durchsichtigen Kanten eines dünnen Splitters zeigt. Der *Glanz* ist höchst unbedeutend. *Strich* weifs. Keine Spur von Blättrigkeit. Verhält sich in seinen übrigen äufsern Kennzeichen wie der oben beschriebene, scheint aber vor dem Löthrohr etwas schwerer schmelzbar zu seyn. Das specifische Gewicht =2,79.

Die Analyse gab:

Kieselsäure	44,95	Sauerstoffgehalt:		23,38
Thonerde	30,70	-	-	14,34
Eisenoxydul	7,22	-	-	1,61
Talkerde	6,04	-	-	2,33
Kalkerde	0,95	-	-	0,26
Manganoxydul	1,90	-	-	0,42
Kali	1,38	-	-	0,23
Wasser mit Spuren von kieselhaltiger Flufssäure	8,65	-	-	7,84
	101,79			

In dieser Analyse zeigt sich ein Ueberschufs bei den Basen, welche zum ersten Gliede der von mir für die früheren Varietäten aufgestellten Formel gehören. Ich glaube indefs nicht, dafs dieser, wahrscheinlich von fremdartigen Einmengungen herrührende Umstand eine wesentliche Verschiedenheit in der Zusammensetzung nach sich ziehen kann.

Uebrigens ist es bemerkenswerth, dafs, bei Bildung der krystallisirten Varietäten, die Kalkerde anscheinend die Stelle eingenommen hat, welche bei dem gewöhnli-

Digitized by

chen Fahlunit das Natron einnimmt, und dafs bei ihnen die Thonerde allein das Glied bildet, welches die Basen mit drei Atomen Sauerstoff enthält.

VI. *Ueber die öligen und harzigen Producte der trocknen Destillation des Holzes; von J. J. Berzelius.*

(Aus dem Lehrbuche des Verfassers, Th. V. S. 1191. des Originals)

Wenn Pflanzenstoffe der trocknen Destillation unterworfen werden, so zerfallen sie in vier besondere Producte: 1) in ein brenzliches Oel, 2) in eine wäfsrige Flüssigkeit, 3) in mehrere Gase, und 4) in Kohle. Hier soll nur von den beiden ersten die Rede seyn.

I. Brenzliches Oel.

Dieses ist zu Anfange der Destillation farblos und dünnflüssig, wird aber späterhin gelb und endlich braun, ja sogar schwarz, und in demselben Maafse immer dickflüssiger, so dafs das, was zuletzt übergeht, nach dem Erkalten der Retorte, im hintern Theile des Halses meist in starrer Form gefunden wird. Wenn das pechartige Oel Gelegenheit findet sich mit dem zuerst übergegangenen zu mischen, so wird es von diesem gelöst, und man erhält ein braunes Oel, welches einige Consistenz besitzt, falls die Menge des Pechs bedeutend gewesen ist. Wird dieses von der zugleich übergegangenen wäfsrigen Flüssigkeit abgeschieden und für sich der Destillation unterworfen, so geht, wie es ein hineingestecktes Thermometer zeigt, zuerst bei einem niederen Siedepunkt etwas farbloses Oel über; dann aber treten, während der Siedepunkt steigt, wieder durchaus dieselben Erscheinungen, wie bei der ersten Destillation, auf. Das Oel färbt sich gelb, dann braun und endlich schwarz, wobei es die Consistenz des Pechs annimmt. In der Retorte bleibt

Digitized by Google

Kohle zurück, und mit dem Oele geht zugleich ein wenig braunes saures Wasser über.

Danach hätte es den Anschein, als wären diese brenzlichen Oele Gemische von einer Menge verschiedener flüchtiger Verbindungen; allein das Verhalten ist nicht ganz so wie es scheint. Etwas ganz ähnliches finden wir bei den natürlichen Balsamen, welche, wenn sie für sich destillirt werden, sehr wenig von dem in ihnen enthaltenen flüchtigen Oele geben, dagegen aber, unter beständigem Steigen des Siedepunkts, brenzliche Oele von zunehmender Consistenz hervorbringen.

Wenn man aber das braune consistente brenzliche Oel, oder einen natürlichen Balsam, mit Wasser destillirt, so geht nur ein flüchtiges und dünnflüssiges aber gelbes Oel über, welches, um es farblos zu erhalten, ein Paar Mal mit Wasser umdestillirt werden mufs und in der Retorte bleibt, neben noch nicht überdestillirtem Wasser, ein schwarzes, durchaus nicht flüchtiges Pech zurück, welches in seinen äufseren Eigenschaften mehr Aehnlichkeit mit Pflanzenharzen, als mit irgend einem andern Körper besitzt. Dieses braune schwerflüssige Oel ist also, seiner Zusammensetzung nach, den natürlichen Balsamen ähnlich, d. h. es besteht aus einem oder zwei (vielleicht auch mehreren) flüchtigen, farblosen oder schwach gelben Oelen, und einem oder mehreren, durch Einwirkung der Hitze gebildeten, braunen oder schwarzen Harzen, welche für sich nicht flüchtig sind, aber gemeinschaftlich mit dem Oele theilweise überdestillirt werden können.

Wir haben folglich in dem brenzlichen Oele die beiden Bestandtheile, Oel und Harz, besonders zu studiren. Das Oel will ich *Brenzöl* (*Pyrelain*) und das Harz *Brenzharz* *) (*Pyrretin*) nennen; so dafs ich unter brenzlichem Oel die durch Destillation entstehende Verbindung

*) Ich habe hier nicht das Wort Pech (*pix*) gebrauchen wollen, weil es eine bestimmte Bedeutung besitzt, und eine Verbindung von Colophon mit Brenzharz ist.

Digitized by Google

verstehe, unter den eben angeführten specifischen Namen aber die einzelnen, welche für sich in diesem Zustand durch Destillation mit Wasser erhalten werden.

Das *Brenzöl* begreift eine grofse Anzahl flüchtiger Oele von ungleichen physikalischen Eigenschaften und Bestandtheilsverhältnissen, je nach dem Stoffe, aus welchen es erhalten worden ist. Hier werde ich nur die allen gemeinsamen Eigenschaften anführen.

Mehrentheils sind sie dünnflüssig, farblos oder schwach gelblich. Sie besitzen gewöhnlich einen sehr unangenehmen, an starren Körpern lange haftenden Geruch, und einen eigenthümlichen, widrigen, brennenden Geschmack. Sie lassen sich leicht entzünden, und brennen mit heller und rufsender Flamme. Sie verdunsten in atmosphärischer Luft, und, dieser beigemischt, geben sie ihr zuweilen die Eigenschaft, mit Flamme zu brennen, wenn sie zu einer feinen Oeffnung herausströmt und mit einem brennenden Körper entzündet wird. Hinsichtlich ihres Verhaltens an der Luft theilen sie sich in zwei Arten. Ein Theil wird, unter Verschluckung von Sauerstoff dunkler, und allmälig in ein dunkles oder schwarzes Harz verwandelt. Dasselbe geschieht augenblicklich, wenn man es mit einer warmen, neutralen und etwas concentrirten Lösung vom schwefelsauren Eisenoxyd schüttelt, wobei dieses von dem Oel zum Oxydulsalz reducirt wird. Ein anderer Theil dagegen verändert sich sehr unbedeutend an der Luft, kann daher lange unverändert aufbewahrt werden, und läfst sich mit schwefelsaurem Eisenoxyd sowohl schütteln als kochen, ohne dadurch in Harz verwandelt zu werden. Sie lösen sich bisweilen träge in Alkohol, aber leicht in Aether, fetten und flüchtigen Oelen; werden auch von concentrirter Schwefelsäure gelöst, welche mit ihnen chemische Verbindungen bildet, von ähnlicher Natur wie die Schwefelweinsäure. Durch Salpetersäure werden sie in harzähnliche Körper verwandelt. Von Alkalien werden gewisse aufgelöst, andere nicht.

Mit

Digitized by Google

Mit Ammoniak geben sie Emulsionen, welche sich lange halten. Sie lösen Harze auf, und könnten, wenn nicht ihr widriger und lange anhaltender Geruch davon abhielte, zu Firnissen angewandt werden. Sie lösen Kautschuck auf, und lassen es, nach Verdunstung in der Wärme, mit allen seinen Eigenschaften zurück; nur ist es wie im frischen Zustande mehrere Monate lang ein wenig klebrig.

Das *Brenzharz* macht eine grofse Classe von Verbindungen aus, welche Harzen ähnlich sind, und, wie es scheint, mehr als andere Körper, durch den Einflufs ganz schwacher chemischer Verwandtschaften, Veränderungen in ihrer Zusammensetzung unterworfen sind. Die Brenzharze theilen sich in zwei Classen. Die eine derselben wird bei denjenigen trocknen Destillationen gebildet, bei denen eine saure, Essigsäure enthaltende Flüssigkeit entsteht; diese sind Verbindungen von Brenzharz mit Essigsäure, und bestehen öfters aus einem Gemisch von mehreren, oder erweisen sich so, wenn sie mit Reagenzien behandelt werden. Die andere Classe entsteht, wenn die Flüssigkeit wenig oder gar keine Essigsäure enthält, oder mehr Ammoniak, als die Essigsäure sättigen kann.

Um einen Begriff von den Eigenschaften dieser Körper zu geben, werde ich einige Versuche anführen, die ich mit den Brenzharzen des Birkenholzes und des Bernsteins angestellt habe.

1) Saures Brenzharz vom Birkenholze.

So wie es mit Holzsäure verbunden erhalten wird ist es bei $+18^{\circ}$ C. halbflüssig, schwerer als die Säure, schwarz oder schwarzbraun und stinkend. Es enthält noch Brenzöl, von dem man es durch Destillation mit Wasser befreien kann. Dieſs Oel ist bräunlich, schwerflüssig und schwerer als Wasser. Mit kaustischem Ammoniak giebt es eine strohgelbe Emulsion, deren emulsive Theile zu Boden sinken. Durch schwefelsaures Eisenoxyd wird es bald in ein schwarzes Pech verwandelt.

Digitized by Google

Sobald das vom Brenzharz übergehende Wasser klar ist, wie gewöhnliches Pech riecht und nicht mehr vom schwefelsauren Eisenoxyd geschwärzt wird, ist das Brenzharz von dem Oel befreit. Ersteres besitzt nun alle Eigenschaften des gewöhnlichen Pechs.

Bei gewöhnlicher Temperatur der Luft ist es fest, und bricht mit glasigem Bruche. Es ist schwarz und glänzend, geht in Wasser unter, röthet feuchtes Lackmuspapier, erweicht durch die Wärme der Hand, und läfst sich formen, ohne dabei an den Fingern zu kleben, wenn es nicht zu warm wird, und riecht wie Pech.

Bei Behandlung mit Reagenzien verhält es sich so, als wenn jedes von ihnen neue Verbindungen hervorriefe, weil eine auf verschiedene Weise angestellte Analyse es in Stoffe von verschiedenen Eigenschaften zerlegt.

Das Wasser, welches nach dem Fortsieden des Brenzöles über dem Harze zurückbleibt, ist gelb, röthet Lackmuspapier und schmeckt zusammenziehend und bitter. Wird es abgedunstet, so setzt sich anfangs nichts ab, aber was an den Rändern des Gefäfses eintrocknet, ist ein Harz, welches sich wenig oder gar nicht in Wasser auflöst. Die Flüssigkeit bleibt bis gegen das Ende klar, wo sie bei Vermischen mit Wasser sich trübt und ein weiches Harz absetzt, welches sie auch bei Verdunstung in gelinder Wärme zurückläfst. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, dafs das Harz Essigsäure chemisch gebunden enthält, dafs das Wasser beim Kochen diese Verbindung bis zu einem gewissen Grade zersetzt, dafs das Harz mit mehr Säure verbunden in Wasser löslich ist, und dafs beim Verdunsten dieser Ueberschufs von Säure verfliegt und das Harz in einem weniger löslichen Sättigungsgrad zurückbleibt.

Kocht man das Brenzharz lange mit *Wasser*, und wiederholt diefs mehrmals mit frischem Wasser, so werden die Lösungen anfangs dunkelgelb, und beim Erkalten werden sie beständig trübe; die ersten röthen Lack-

Digitized by Google

muspapier stark, die späteren röthen es nicht mehr, erhalten aber diese Eigenschaft, wenn man sie durch Abdunsten concentrirt. Sie fällen Bleizuckerlösung mit gelbgrauer Farbe. Die Eigenschaften des Brenzharzes werden dabei allmälig verändert. Die Eigenschaft, auf freie Säure zu reagiren, verliert es gänzlich, und nun besteht es aus einem pulverförmigen schwarzbraunen Körper, der theils abgeschieden ist, theils eingehüllt ist in einem fetten und talgähnlichen klebrigen Theil. Die Lösungen in Wasser geben nach dem Eintrocknen ein saures Harz, welches nach jeder Eintrocknung weniger wird und härter. Das in Wasser Ungelöste löst sich nun weit träger als zuvor in Alkohol. Die Lösung röthet Lackmuspapier nicht. Es löst sich träge in kohlensaurem Natron und Wasser. Diese Verbindung ist löslich in Alkohol, aber nach dem Eintrocknen löst es sich sehr unvollständig in kaltem Wasser; beim Kochen löst sie sich aber zu einer braunen trüben Flüssigkeit, die nicht klar wird. Fällt man diese Flüssigkeit mit Salzsäure, so scheidet sich das Aufgelöste in Form eines graubraunen flockigen Stoffes ab, welcher, mit Wasser gewaschen, sich in geringer Menge darin löst und das Waschwasser gelb färbt. Nachdem dieses das Lackmuspapier nicht mehr röthet, hat dennoch der Niederschlag, dessen alkoholischer Lösung früher dieses Vermögen fehlte, jetzt diese Eigenschaft erhalten. Er ist nach dem Trocknen braun und pulverförmig. Er schmilzt bei erhöhter Temperatur zu einem schwarzen, pechähnlichen Stoff, und löst sich träge in kaltem Alkohol, welcher einen harzigen Stoff auszieht und einen pulverförmigen zurückläfst, der sich mit brauner Farbe in siedendem Alkohol löst und zum Theil beim Erkalten wieder daraus niederfällt. Die alkoholische Lösung röthet das Lackmuspapier. Die Säure, welche sich aus diesem Stoff entwickelt, ist keinesweges mit ihm vereinigte Salzsäure, denn wenn man ihn mit Natron verbindet und verbrennt, erhält man keine Spur von Chlornatrium.

Digitized by Google

Das Sieden des Brenzharzes mit neuem Wasser, hinlänglich wiederholt, verwandelt dasselbe endlich in eine nicht mehr harzähnliche, pulverförmige, schwarzbraune Masse, die das Lackmuspapier nicht mehr röthet. Dieser pulverförmige Rückstand kann noch Brenzharz enthalten, welches vom Alkohol daraus gezogen wird. Kohlensaures Alkali löst etwas mehr als der Alkohol. Kaustisches Alkali löst das meiste von dem Rückstand mit schwarzer Farbe auf. Das darin Gelöste verhält sich nach der Fällung mit Säure wie Humus, auf die Weise, welche ich weiterhin anführen werde. Das vom Alkohol nicht Gelöste ist eine Verbindung von Kalk mit demselben Stoffe.

Essigsäure löst den Rückstand nach dem Kochen mit schwarzer Farbe, und Wasser fällt ihn so, dafs die Flüssigkeit farblos wird. Das Gefällte ist pulverförmig und röthet Lackmus nicht.

Die im Wasser aufgelösten Theile des Brenzharzes sind eigentlich das mit Essigsäure verbundene, noch unveränderte Harz, welches durch abermalige Behandlung mit Wasser auf völlig gleiche Weise zersetzt wird.

Behandelt man das Brenzharz, nach Abdestillation des Oels, mit *Alkohol*, so wird es von demselben ganz leicht gelöst. Die Lösung ist schwarz und läfst nach dem Filtriren ein dunkelbraunes Pulver ungelöst. Dieser ungelöste Stoff wird nach dem Waschen und Trocknen graubraun. Er ist zart und sanft anzufühlen, unlöslich im Wasser, Aether und Ammoniak, und löst sich nicht einmal beim Kochen im kohlensauren Alkali. Er vermag nicht das Lackmuspapier zu röthen. Er schmilzt nicht, giebt aber bei trockner Destillation ein braunes zähes Brenzharz, und hinterläfst eine zusammengebackne Kohle, welche die besondere Eigenschaft besitzt, dafs sie, mit einer Zange gefafst und an einem Punkt angezündet, mit Lebhaftigkeit wie Zunder verglimmt und zuletzt äufserst wenig Asche zurückläfst. Legt man diese

Digitized by Google

Kohle in eine Auflösung vom salpetersauren Silberoxyd, so wird sie darin ohne Gasentwicklung gelöst und das Silber reducirt, wobei es die Kohle ringsum bedeckt, und diese Veränderung geschieht sehr schnell. Dieser braune Stoff löst sich sehr leicht und mit schwarzer Farbe im kaustischen Kali. Die Lösung wird von Säuren gefällt, und dieser Niederschlag ist sehr voluminös und braun, auch röthet er, selbst nach vollständiger Auswaschung, das Lackmuspapier. Nach dem Trocknen bildet er schwarze harte glänzende Körner, giebt bei der Destillation Wasser und ein weiches Brenzharz, schmilzt nicht, und seine Kohle hat ebenfalls, obschon nicht ganz in gleichem Grade, die Eigenschaft, dafs sie, nach Anzündung an einem Punkte, fortglimmt, und dafs sie das in Wasser gelöste salpetersaure Silberoxyd reducirt. Dieselbe Eigenschaft hat auch die Kohle, welche man erhält, wenn eine Verbindung des Stoffes mit dem Alkali vollständig verkohlt, und darauf das Alkali mit Wasser und ein wenig Salpetersäure fortgewaschen wird. Die Kohle überzieht sich fast augenblicklich mit Silberschüppchen. Der aus dem Kali gefällte Stoff löst sich, im trocknen Zustand, wenig oder gar nicht in siedendem Wasser. Im feuchten Zustande löst er sich aber darin etwas durch langes Kochen; die Lösung ist gelbbraun, und sowohl das Eingekochte wie das Ungelöste röthet Lackmuspapier. Er löst sich in Ammoniak und in kohlensaurem Alkali auf; die Lösung ist schwarz und giebt, nach Verdunstung zur Trockne, eine schwarze Masse, welche zerspringt und sich vom Glase ablöst, dabei glänzende gleichsam krystallinische Theilchen bildend. Die Ammoniakverbindung wird durch Verdunsten unlöslich in Wasser. Offenbar ist dieser Stoff durch die Behandlung mit kaustischem Kali in einen elektronegativeren Körper, als er zuvor gewesen, verwandelt worden, der in seinen Eigenschaften die gröfste Aehnlichkeit mit dem Stoffe hat, welcher aus einer Auflösung von Humus in Alkali gefällt wird. Seine Eigenschaft, das

Digitized by Google

Lackmuspapier zu röthen, rührt nicht von einer Verbindung mit der zur Fällung angewandten Säure her.

Die Lösung des Brenzharzes in Alkohol reagirt stark auf Säure. Diese Säure kann durch Kochen mit fein zertheiltem kohlensauren Kalk nicht fortgenommen werden. Es bildet sich ein in Alkohol unlöslicher Harzkalk, ohne dafs die Reaction des Unaufgelösten aufhört. Diefs scheint zu beweisen, dafs Säure und Harz sich in der unlöslichen Verbindung innig begleiten, deren Basis sonst erst die Säure in dem Aufgelösten sättigen müfste. Wird die Lösung des Brenzharzes mit Wasser gemischt, und der Alkohol abdestillirt, so erhält man ein pechähnliches Brenzharz auf dem Boden der Flüssigkeit, und das Wasser enthält eine Portion Harz aufgelöst, wodurch es gelb ist.

Wird dieses Harz in *Aether* aufgelöst, so bleibt ein dunkelbraunes Pulver ungelöst, wovon ein Theil ein in kohlensaurem Alkali lösliches Brenzharz ist, ein anderer Theil sich aber nur im kaustischen Alkali auflöst; dieses läfst endlich einen in beiden unlöslichen schwarzen Rückstand zurück, welcher auch nicht vom Alkohol gelöst wird. Dunstet man die ätherische Lösung mit Wasser in einem Destillationsgefäfse ab, so erhält man, nach Verflüchtigung des sämmtlichen Aethers, zwei schwarze Harze, wovon das eine auf der Oberfläche des Wassers schwimmt, und das andere, äufserlich von gleicher Beschaffenheit, zu Boden sinkt. Beide sind weich, aber das schwerere am meisten. Das leichtere Harz läfst sich zwischen den Fingern kneten, aber sinkt auch zusammen, wenn es zu einer Kugel gerollt wird; das schwerere ist in der Wärme der Hand flüssig.

Wenn das in Alkohol gelöste und durch Destillation mit Wasser vom Alkohol befreite Harz mit *kohlensaurem Natron* behandelt wird, so löst es sich darin auf, die Flüssigkeit wird schwarz und trübe, und wenn man sie erhitzt, wird die Lösung vollständig. Beim Erkalten gelatinirt sie, wenn sie Alkali im Ueberschufs enthält.

Digitized by Google

Zerrührt man die Gallerte und bringt sie auf ein Filtrum, so geht eine schwarze Flüssigkeit durch, und das Gelatinirte bleibt auf dem Papier, wo es mit einer schwachen Lauge von kohlensaurem Natron gewaschen werden kann, die endlich fast farblos durchgeht. Der Rückstand ist dunkelgrau und wird nach dem Trocknen graubraun. Er ist sehr träge löslich in kaltem Wasser und in kaltem Weingeist, doch löst der Weingeist mehr als das Wasser. In siedendem Wasser dagegen löst er sich mit schwarzbrauner Farbe, und giebt nach Verdunstung zur Trockne einen braunen Firnifs, welcher von kaltem Wasser erweicht wird, ohne gelöst zu werden. Die Lösung in siedendem Wasser, mit kohlensaurem Natron gemischt, gesteht beim Erkalten zu einer grauen Gallerte, ganz der vom isländischen Moose gleich. Vermischt man die Auflösung mit Salmiak, so wird sie gefällt, und wenn man die Mischung erhitzt, so ballt sich das Ammoniakharz zu Klumpen zusammen. Sie wird auch von Erdsalzen gefällt. Wird die Auflösung mit einer Säure gefällt, so erhält man einen graubraunen Stoff, welcher, gewaschen, noch auf freie Säure reagirt, obgleich er nichts von der zur Fällung angewandten Säure enthält, welcher sich ohne Rückstand in Alkohol löst, und nach freiwilliger Verdunstung des Alkohols eine theils harzige, theils pulverförmige Masse zurückläfst. Er löst sich zum Theil im kaustischen Ammoniak, und was dieses ungelöst läfst, löst sich nicht mehr beim Kochen im kohlensauren Natron, aber wohl im kaustischen, und verhält sich wie Humus. Wir werden weiterhin auf die wahrscheinliche Ursache dieser Veränderungen zurückkommen. Wenn der mit Säure erhaltene Niederschlag mit concentrirter Essigsäure befeuchtet wird, so wird er von ihr erweicht und in einen pechähnlichen Stoff verwandelt, der geknetet werden kann und sich nicht mit Wasser mischt, aus welchem aber bei gewöhnlicher Temperatur der Luft die Säure verdunstet und ihn pulverförmig zurückläfst.

Digitized by

Derjenige Theil der Harzlösung in kohlensaurem Natron, welcher nicht von einem Ueberschufs von Alkali gefällt wird, theilt sich, zur Trockne verdunstet, durch siedenden Alkohol in einen darin löslichen und in einen unlöslichen Theil.

Der aufgelöste Theil giebt nach Verdunsten zur Trockne eine schwarze, nicht im mindesten salzartige Masse, welche den gröfsten Theil des Brenzharzes enthält. Er wird mit Leichtigkeit wiederum in Wasser gelöst, und Säuren fällen daraus einen schwarzen, nicht zusammenbackenden Stoff, welcher, gewaschen, auf freie Säure reagirt, obgleich er nichts von der fällenden Säure enthält, weil, wenn er mit Salz oder Schwefelsäure gefällt, darauf im kohlensauren Natron aufgelöst, eingetrocknet und entweder für sich oder mit ein wenig Salpeter verbrannt wird, sich in dem Rückstand keine Spur von Schwefelsäure oder Salzsäure findet. Er ist nach dem Trocknen pulverförmig, nimmt zwischen den Fingern etwas Zusammenhang an, und bildet, mit Essigsäure befeuchtet, wiederum einen pechähnlichen Stoff, von dem aber die Säure verdunstet, mit Zurücklassung eines pulverförmigen Stoffs. Dieser ist löslich in Alkohol. Bei Wiederauflösung in Alkali wird dieselbe Verbindung wie zuvor wieder hergestellt; wird er aber sehr lange gewaschen oder zu mehreren Malen mit Wasser gekocht, so verliert er endlich seine Reaction auf Lackmuspapier, und man erhält eine gelbe Auflösung, welche nach Verdunstung eine braungelbe, extractähnliche, in Wasser träglösliche Masse zurückläfst, die auf freie Säure reagirt. Das in siedendem Wasser Unlösliche ist nun träglöslich in Alkohol, schmilzt unvollständig und läfst eine Kohle zurück, welche angezündet wie Zunder verglimmt, und sich nach der Wiederauflösung in Alkali ganz wie Humus verhält. Die genau gesättigte Verbindung dieses Brenzharzes mit Natron wird reichlich von Salzen der Erden gefällt, welche das Brenzharz aufnehmen und sich damit niederschlagen, wäh-

Digitized by Google

rend sie die Säure an das Alkali des Brenzharzes abtreten.

Die saure Flüssigkeit, aus welcher sich dieser Stoff gefällt hat, ist nicht farblos, sondern gelbbraun, und wenn diese mit dem säuerlichen Waschwasser bei gelinder Wärme fast zur Trockne verdunstet wird, so setzt sich ein sehr weiches Brenzharz ab, welches bei gewöhnlicher Temperatur der Luft nicht erhärtet. Durch Fällung aus der Verbindung mit Alkali, durch Waschen und Kochen, wird also das Brenzharz auf eine ähnliche Weise zerlegt, wie zuvor die Verbindung mit Alkali, aber weit vollständiger.

Der Theil der Verbindung des Brenzharzes mit Natron, welche nicht vom Alkohol gelöst wird, hat verschiedene Eigenschaften, welche einen dem Brenzharz beigemengten Körper anzudeuten scheinen, der vielleicht nicht durch die Einwirkung des Alkali's auf das Harz hervorgebracht ist. Er macht einen geringen Theil desselben aus. Die Lösung ist braungelb und giebt einen dunkelbraunen Niederschlag mit Säuren; die filtrirte, saure Flüssigkeit ist sehr braun, und giebt beim Verdunsten einen braunen pulverförmigen Niederschlag von gleicher Natur mit dem auf dem Filtrum gebliebenen. Dieser löst sich bedeutend beim Auswaschen, und das Gelöste trübt die zuvor durchgegangene Flüssigkeit. Kocht man den Niederschlag nach dem Waschen, so löst sich sehr viel von ihm auf, und er giebt eine braungelbe Auflösung, welche stark auf freie Säure reagirt und diese Eigenschaft auch nach dem Eintrocknen behält. Die trockne Masse ist braun, läfst sich leicht zu Pulver zerreiben, schmeckt bitter, löst sich schwer in kaltem Wasser, aber leicht in concentrirter Essigsäure, mit der sie keinen pechähnlichen Stoff giebt, und aus welcher sie zum Theil durch Wasser gefällt wird. Er wird vom kaustischen Ammoniak gelöst, und nach dem Eintrocknen zieht Wasser daraus eine gelbe Verbindung, welche auf freie Säure

Digitized by Google

reagirt. Der Theil von dem auf dem Filtrum Gebliebenen, welcher nicht beim Kochen gelöst wird, ist harzähnlich und zusammengebacken, und reagirt nur schwach auf Säure.

Wenn das durch Lösung in Alkohol gereinigte Brenzharz mit kaustischem Ammoniak behandelt wird, so löst es sich nur partiell und das Ammoniak läfst einen braunen pulverförmigen Stoff ungelöst zurück. Wenn die ammoniakalische Lösung, welche den kleinsten Theil der Masse des Brenzharzes enthält, bei +60° C. zur Trockne verdunstet wird, so bleibt eine braune, durchscheinende Masse zurück, aus welcher Wasser, mit Zurücklassung eines braunen Pulvers, eine neutrale braungelbe Verbindung auszieht, die den Körper zu enthalten scheint, welcher im Natronsalz vom Alkohol ungelöst bleibt.

Das im Ammoniak Ungelöste wird meist vom kohlensauren Natron aufgenommen, aber mit Zurücklassung eines dem Humus ähnlichen Rückstandes. Die Lösung gelatinirt beim Erkalten. Wenn ferner das im Ammoniak Ungelöste eingetrocknet und mit Alkohol behandelt wird, so bleibt dieser Humus ungelöst, und nach Vermischung mit Wasser und Abdestillation des Alkohols bleibt in der Flüssigkeit suspendirt eine braune Masse, welche beim Kochen nicht zusammenschmilzt, und nicht vom kohlensauren Natron gelöst wird, sich aber im kaustischen Kali löst, und folglich wieder auf den humusähnlichen Stoff zurückgeführt ist.

Aus diesem Verhalten folgt, dafs das saure Brenzharz auf verschiedene Weise von den Reagenzien angegriffen wird, dafs aber deren Einflufs zuletzt darauf hinausläuft, aus dem Harze eine gröfsere oder geringere Menge eines dem Humus ähnlichen Stoffs abzuscheiden, welcher sich nicht im kohlensauren, wohl aber im kaustischen Kali und Natron löst, und, aus dieser Auflösung durch Säure gefällt, die Eigenschaft hat, dafs er Lackmuspapier röthet, und von kohlensaurem Alkali und Am-

Digitized by Google

moniak gelöst wird, auch, dafs er nach der trocknen Destillation, sowohl mit als ohne Alkali, eine Kohle zurückläfst, welche, angezündet, wie Zunder verglimmt, und in einer, selbst schwachen, Auflösung von Silber, ohne sichtbare Gasentwicklung und ohne Mitwirkung des Lichts, das Silber zu reduciren vermag *). Die einzige Verschiedenheit von dem Humus, welche ich bei diesem Stoffe gefunden habe, besteht darin, dafs seine Verbindung mit Ammoniak durch Verdunsten so viel von dem Alkali verliert, dafs sie sich nicht mehr in Wasser löst, was nicht mit dem Humus-Ammoniak geschieht. Durch Wasser, womit dieses Harz gekocht wird, entstehen in Wasser lösliche, weichere, saurere Harze und dieser Stoff. Alkohol läfst denselben Stoff zurück und nimmt ein pechähnliches Brenzharz auf. Löst man das letztere in Aether, so bleibt eine neue Quantität desselben Stoffes zurück, verbunden mit einer Portion Brenzharz, welche durch kohlensaures Alkali von demselben abgeschieden wird, und der Aether löst zwei Brenzharze auf, von welchen das eine leichter ist als Wasser, und das andere darin untersinkt.

Kohlensaures Natron zerlegt das in Alkohol lösliche Brenzharz in drei andere. Eins von ihnen gelatinirt, in Verbindung mit Alkali, beim Erkalten der siedendheifsen alkalischen Lösung; das zweite ist in Verbindung mit dem Natron in Alkohol löslich, und das dritte, in derselben Verbindung, in Alkohol unlöslich. Alle drei, nachdem sie mit Säuren gefällt und mit Wasser gewaschen sind, röthen Lackmuspapier, und diese Eigenschaft rührt nicht von einer Verbindung mit der fällenden Säure her. Durch Kochen mit Wasser erleiden sie eine ähnliche Veränderung wie das mit Alkali nicht behandelte Brenzharz. Am-

*) Die Kohle mehrerer Pflanzenstoffe besitzt diese Eigenschaft, wenn sie lange in der Silberlösung liegen bleibt, oder wenn sie vom Lichte getroffen wird. Diese Kohle dagegen versilbert sich fast augenblicklich, selbst bei Kerzenlicht.

Digitized by Google

moniak löst das Brenzharz unvollkommen auf, und bringt eine der Einwirkung des Wassers analoge Zersetzung hervor, aber schnell und kräftiger, während es sich mit gewissen Bestandtheilen des Brenzharzes vereinigt, welche es beim Verdunsten gröfstentheils wieder verläfst.

Ob diese Zersetzungen darauf beruhen, dafs das saure Brenzharz eine Verbindung ist von Essigsäure mit einem Körper, der kein Harz ist (Humus?), und dafs die Reagenzien unter gewissen Umständen mehr von der ersten als von dem letzten aufnehmen, will ich unausgemacht lassen. So viel ist jedoch gewifs, dafs künstliche Verbindungen von Essigsäure mit den Producten der Zersetzung des Brenzharzes dem Brenharze gleichen, dafs sie aber durch Verdunstung der Essigsäure in gewöhnlicher Temperatur wieder zersetzt werden, eben so wie z. B. sich aus Fett und Buttersäure künstliche Butter zusammensetzen läfst, welche aber durch Verdunstung der Säure wieder in Fett zurückgeht.

2) Nichtsaure Brenzharze.

a) *Brenzharz aus der Zersetzung des vorhergehenden.* Wenn das saure Brenzharz, welches ich so eben beschrieben habe, für sich einer Umdestillation unterworfen wird, so geht zuerst unter starkem Aufschwellen, welches eine vorsichtige Erhitzung nöthig macht, damit die Masse nicht übersteige, ein saures Wasser über. Nachdem dieſs aufgehört hat, ist die Masse geschmolzen, nnd bald fängt sie an zu kochen, wobei sich wenig oder gar keine Wasserdämpfe bilden, sondern ein strohgelbes Brenzöl überdestillirt, welches allmälig braun und trägflüssig wird, bis zuletzt in der Retorte eine poröse, glänzende Kohle zurückbleibt. Wenn die überdestillirte braune Flüssigkeit mit Wasser umdestillirt wird, so erhält man das Brenzöl abgeschieden. Dieses ist gelb, wird an der Luft allmälig dunkler und riecht dem Wachsöl nicht unähnlich. Mit Ammoniak giebt es eine blutrothe Emulsion,

Digitized by Google

deren emulsive Theile oben auf schwimmen, wenn das Oel frei ist von Harz, die aber untersinken, wenn es Harz enthält. Durch schwefelsaures Eisenoxyd wird es augenblicklich in einen schwarzen, pechähnlichen Stoff verwandelt. Es ist folglich nicht dasselbe Oel, welches man unmittelbar aus dem Holze erhält.

Das Brenzharz ist weich und zähe. Ein Theil davon löst sich in kaustischem Alkali, und wird aus dieser Auflösung durch Säuren gefällt, in Form von Flokken, welche bald zusammenbacken, bei der Wärme der Hand erweichen, nicht als Säure reagiren, und von Alkohol in zwei Stoffe zerlegt werden, wovon der eine gelöst wird und der andere ungelöst zurückbleibt. Dieser letztere löst sich in Aether mit schwarzer Farbe auf. Auch die noch mit einander gemischten Harze lösen sich in Aether, in Terpentinöl und unvollständig in Olivenöl.

Der in Alkohol unlösliche Theil ist schwarz, zähe, klebt an den Fingern, ist schwerer als Wasser, löst sich sehr unbedeutend in kaltem Alkohol, etwas mehr in siedendem, aber die Lösung wird beim Erkalten trübe. Dagegen löst er sich vollständig und leicht in Aether, in Terpentinöl, in Brenzölen und in Olivenöl. Er löst sich nicht oder höchst unbedeutend in concentrirter Essigsäure.

b) *Brenzharz vom Bitumen des Bernsteins.* Nachdem das Brenzöl so weit abdestillirt worden ist, dafs das Harz keinen Geruch mehr besitzt, bleibt ein gelbbraunes, durchsichtiges, bei gewöhnlicher Temperatur der Luft halbflüssiges, geschmack- und geruchloses, klebriges Harz zurück, welches im Wasser untersinkt. Diefs löst sich träge in kaltem Alkohol, etwas mehr in siedendem, aber auch darin nur unbedeutend. Das, was nach Verdunstung des Alkohols übrig bleibt, ist dem Ungelösten völlig ähnlich, nur etwas heller gefärbt. Kaustisches Kali löst wenig davon auf. Die Flüssigkeit wird nichtgefärbt, aber Säuren scheiden daraus eine geringe Menge eines weifsen zusammengebackenen Niederschlags ab. Der

Digitized by Google

Rückstand hat unveränderte Eigenschaften. Er löst sich vollständig in Aether, in Terpentinöl, in Brenzölen und in fetten Oelen, aber er ist fast unlöslich in concentrirter Essigsäure.

II. Die wäfsrige Flüssigkeit.

Diese kommt zu Anfange der Operation in einem gröfseren Verhältnisse als späterhin, und hört beim letzten Drittel gänzlich auf. Sie würde weit früher aufhören zu erscheinen, wenn bei einer solchen Destillation alle Theile gleich rasch erhitzt werden könnten. Das Wasser, welches zuerst kommt, ist ungefärbt und gröfstentheils nur eine Folge der stärkeren Austrocknung, dann fängt es an sich zu färben, im Verhältnisse zu der Farbe des gleichzeitig gebildeten brenzlichen Oels, und endlich wird es braun. Wenn man zufällige Einmengungen von flüchtigen, nicht zerlegten, sondern blofs überdestillirten Stoffen abrechnet, so sind in der Flüssigkeit enthalten: Wasser, Essigsäure, oft in bedeutender Menge, selten essigsaures Ammoniak, und dieses nur wenn stickstoffhaltige Stoffe eingemengt gewesen, seltner andere brenzliche Säuren, ferner Brenzöl und Brenzharz von der Modification, welche ich saueres genannt habe, ferner ein eigenthümlicher stickstoffhaltiger, extractähnlicher Stoff, von welchem diese Flüssigkeit eine gelbe oder braune Farbe und einen äufserst stinkenden Geruch hat, endlich, wenn die Flüssigkeit aus Holz destillirt worden ist, eine eigenthümliche flüchtige Flüssigkeit, welche einigermafsen dem Alkohol ähnlich ist, und *Holzgeist* (*Spiritus pyrolignicus*) genannt wird. Destillirt man die saure braune Flüssigkeit, so geht dieser Holzgeist zuerst über, dann kommen Essigsäure und Wasser mit farblosem brenzlichen Oele, und in der Retorte oder Destillirblase bleibt endlich ein schwarzbrauner extractähnlicher Stoff.

Die *umdestillirte saure Flüssigkeit* enthält, nachdem

Digitized by Google

der Holzgeist zu Anfange der Destillation besonders aufgefangen worden ist, Essigsäure, eine geringe Menge saures Brenzharz, sehr viel Brenzöl und gewöhnlich zugleich eine geringe Portion Ammoniak. Sie hat einen starken und unangenehmen Geruch nach Brenzöl und destillirtem Essig, und schmeckt zugleich höchst widrig, sauer und räucherig. Mischt man sie mit Lösungen von oxydirenden Stoffen, z. B. von schwefelsaurem Eisenoxyd, chlorichtsaurem Kalk u. s. w., so wird sie geschwärzt. Durch das Eisensalz erhält sie zuerst eine Purpurfarbe, dann wird sie schwarz, und läfst man sie nun eine Weile stehen, so setzt sich ein schwarzer, pechähnlicher Stoff ab, worauf die Flüssigkeit dunkelgrün wird und klar, aber nur gegen helles Tagelicht gehalten durchsichtig. Mit Platinchlorid giebt sie nicht die Reductionserscheinungen, welche die Lampensäure auszeichnen. Sättigt man sie genau mit Alkali, so wird sie dunkelbraun, und verdunstet man diese Lösung, so scheidet sich daraus allmälig ein schwarzes Pech ab. Diese Erscheinungen rühren davon her, dafs die Flüssigkeit eine wirklich chemische Verbindung von Essigsäure mit Brenzöl ist, und dafs das aufgelöste Oel sich durch Oxydation in ein schwarzes, pechähnliches Harz verwandelt, welches nicht in demselben Grade, wie das Oel, in der Flüssigkeit löslich ist, und deshalb niederfällt. Sättigt man die Säure mit einer Basis, so geht das Brenzöl mit in die Verbindung ein, von der es aber jedoch mit einer weit schwächeren Kraft zurückgehalten wird, so dafs ein Theil davon beim Verdampfen durch den Zutritt der Luft verharzt und darauf abgeschieden wird, während ein anderer Theil mit dem essigsauren Salze in Verbindung bleibt.

Die nicht destillirte saure Flüssigkeit ist eine Auflösung in Wasser nicht nur von den Verbindungen der Essigsäure mit Brenzöl und mit Brenzharzen, sondern auch von einer ganz bedeutenden Menge eines extractähnlichen Stoffes. Wenn diese Flüssigkeit verdunstet wird, so läfst

Digitized by Google

sie, nach Verflüchtigung der Säure und des flüchtigen Oels, eine concentrirte braune Auflösung zurück, aus welcher beim Erkalten sich ein schwarzer, weicher, saurer, pechähnlicher Stoff absetzt, der vom Wasser zerlegt wird, in ein saures Brenzharz, das unlöslich bleibt, und in eine Lösung desselben in Essigsäure, welche den Geruch, den Geschmack, die Farbe und die Zusammensetzung der nicht destillirten Säure besitzt, aber nicht den extractähnlichen Stoff derselben enthält.

Wenn die Flüssigkeit, aus welcher dieser pechähnliche Stoff sich abgesetzt hat, weiter verdunstet wird, so bildet sie ein braunes Extract, welches sich in warmen Wasser in geringer Menge löst, und welches durch Verdünnung mit vielem Wasser zersetzt wird, indem dasselbe eine bedeutende Menge saures Brenzharz niederschlägt.

Wenn der extractähnliche Rückstand der verdunsteten sauren Flüssigkeit in einem Destillationsgefäfse erhitzt wird, so geht viele nach Brenzöl riechende Essigsäure über, und es bleibt ein Gemisch von unlöslichem Brenzharz und löslichem Extract zurück. Wenn man denselben extractähnlichen Rückstand mit Aether behandelt, so zieht derselbe ein saures Brenzharz aus, wodurch er sich gelb färbt. Nach Verdunstung des Aethers bei gelinder Wärme, bleibt ein klares, gelbes, durchsichtiges Brenzharz von einem scharfen und bitteren Geschmack zurück. Es enthält so viel Essigsäure, dafs ein bedeutender Theil davon in Wasser mit gelber Farbe gelöst wird. Diese Auflösung fällt Bleizucker hellgelb, ohne dafs die Lösung ihre Farbe ganz verliert. Durch schwefelsaures Eisenoxyd wird sie augenblicklich dunkler, ein Umstand, welcher auf Beimengung von ein wenig Extract deutet.

Wenn der mit Aether behandelte extractähnliche Rückstand in Wasser gelöst (oder wenn man dazu selbst die ursprüngliche saure Flüssigkeit anwendet) und mit einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd gemischt wird, so er-

Digitized by Google

erhält man einen flockigen, braungelben Niederschlag. Dieser Niederschlag besteht aus Bleioxyd, verbunden mit saurem Brenzharz. Gewaschen und alsdann durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt, löst sich im Wasser eine gelbe Verbindung von vieler Essigsäure und wenig Brenzharz, welche sich beim Abdampfen in öligen Tropfen abscheidet, bei +100° eingetrocknet, ein durch den Fortgang der Säure in Wasser meist unlösliches Harz zurückläfst, und nach völliger Eintrocknung hart ist, bei gewöhnlicher Temperatur der Luft. Mit Wasser übergossen, bildet sich eine gelbe Lösung von Harz in Essigsäure, und ein bei gewöhnlicher Temperatur der Luft weiches und klebriges Brenzharz, dessen Weichheit folglich auf einer Verbindung mit Wasser beruht. Das Schwefelblei giebt an Alkohol eine Portion Brenzharz ab, entsprechend der Menge, welche nach der Auflösung des Brenzharzes in Alkali von Säuren ausgefällt wird, wogegen das, was mit der Säure durch's Filtrum geht, dem im Wasser Aufgelösten entspricht, welches bei Behandlung mit Schwefelwasserstoff nur reiner erhalten wird. Dieses Harz löst sich im kohlensauren Alkali, aber die Lösung gelatinirt nicht beim Erkalten.

Die saure Flüssigkeit, welche mit Bleizucker gefällt worden ist, kann auf diese Weise nicht ganz ausgefällt werden, weil die freiwerdende Säure endlich allen Niederschlag hindert. Wenn man die Flüssigkeit nach der Filtration abdunstet, so bildet sich, durch Verflüchtigung der Säure, ein Niederschlag, welcher an der Luft dunkel wird, und zuletzt bleibt, wenn man die Flüssigkeit im Wasserbade eintrocknet und dann wieder in Wasser löst, eine neue Portion von der Verbindung der Brenzharze mit Bleioxyd ungelöst, welche daneben eine geringe Menge von dem in der Flüssigkeit aufgelösten Stoff enthält, in chemischer Verbindung mit Bleioxyd, dessen Säure beim Verdunsten ausgetrieben worden ist. Wenn man darauf das im Wasser befindliche und in Ueberschufs hinzuge-

Digitized by Google

setzte Bleisalz durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt und die Flüssigkeit filtrirt, abdunstet und so lange in einer Temperatur von +100° erhält, als sie noch nach Essigsäure riecht, so bleibt ein klares, gelbbraunes Extract zurück, welches in der Wärme etwas weich ist, in der Kälte aber bröcklich und hart, welches ein wenig bitter schmeckt, dem Fleischextract nicht unähnlich riecht, und sich in Wasser mit Hinterlassung eines braunen, dem Extractabsatz ähnlichen Stoffes auflöst. Alkohol löst denselben, aber mit Zurücklassung eines braunen, flockigen Extractivstoffs, welchen ich weiterhin beschreiben werde. Er reagirt auf freie Säure, wird vom Gerbestoff getrübt, und coagulirt, nachdem er zuvor genau mit Ammoniak gesättigt ist, durch Galläpfelinfusum zu einem Magma. Er wird auch von Bleiessig gefällt, welcher die Flüssigkeit nur schwach gelblich gefärbt zurückläfst.

Wenn die Flüssigkeit vor der Fällung mit Bleizucker genau mit Ammoniak gesättigt wird, so fällt der Bleizucker das Brenzharz gemeinschaftlich mit dem Theil des Extractes, welcher in Alkohol unlöslich ist, und man erhält, nach Behandlung der Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoffgas und nach Verdunstung, ein in Wasser und Alkohol vollkommen lösliches Extract, das ganz wie Fleischextrakt schmeckt, ohne alle Bitterkeit, die beim vorhergehenden von unabgeschiedenem Brenzharz herrührt. Es ist auch dasselbe Extract, welches man erhält, wenn die alkoholische Lösung des vorhergehenden abgedunstet wird, aber dieses schmeckt von anhängendem Brenzharze noch ein wenig bitter.

Dieser extractähnliche Stoff, welchen ich *Brenzextract* nennen will, zeigt folgendes Verhalten.

a) *Das in Alkohol lösliche Brenzextract* ist nach dem Verdunsten dick, weich, braun und durchsichtig, und wird, wenn man es in der Wärme stehen läfst, endlich hart, so dafs man es zu Pulver zerreiben kann, wobei es völlig der *Aloë hepatica* gleicht. Es reagirt sauer, schmeckt ein wenig bitter und hat keinen Geruch. Bei

Wiederauflösung in Wasser hinterläfst es einen Absatz, und zwar wiederholt nach jedesmaliger Eintrocknung, wie es bei gewöhnlichem Extract der Fall ist. Bei der Destillation giebt es Brenzöl, Brenzharz und eine saure Flüssigkeit, die schwache Spuren von Ammoniak enthält; wenn man es aber vor der Abdunstung mit Kalkhydrat vermischt, damit scharf eintrocknet und nun destillirt, so giebt es eine ammoniakalische, schwachgefärbte Flüssigkeit und ein brenzliches Oel, wie das von einem thierischen Stoff. Dieser Stoff enthält folglich Stickstoff in seiner Zusammensetzung, aber, wenn er für sich destillirt wird, geht eine andere Verbindung über, als wenn Kalkerde zugegen ist. Von Salpetersäure wird er zersetzt, ohne dafs sich Bitterstoff bildet. Die Auflösung desselben in Wasser ist gelbbraun. Sie wird von Bleiessig und Zinnchlorür gefällt, von schwefelsaurem Eisenoxyd aber, ohne dafs sich etwas fällt, nur schwarzgrün gefärbt, von Galläpfelinfusum schwach getrübt, von Cyaneisenkalium aber nicht gefällt. Sättigt man die freie Essigsäure mit Ammoniak, und verdunstet das überschüssige Ammoniak durch Eintrocknen, so wird die Auflösung durch Quecksilberchlorid und durch salpetersaures Quecksilberoxydul gefällt, aber der Niederschlag bildet sich erst nach einigen Augenblicken und setzt sich langsam mit brauner Farbe ab. Durch Galläpfelinfusum wird sie mit weifsgrauer Farbe gefällt, so dafs, wenn die Flüssigkeit nicht sehr verdünnt war, die Masse coagulirt. Der Niederschlag ist am reichlichsten, wenn auch in dem Galläpfelinfusum die freie Säure zuvor gesättigt worden ist; von einem unbedeutenden Ueberschufs an freier Säure wird er gelöst.

b) *Das im Alkohol unlösliche Brenzextract* findet sich gegen das vorhergehende nur in sehr geringer Menge. Mit Alkohol ausgewaschen, bildet es ein braunes Pulver. Es hat wenig oder gar keinen Geschmack. Seine Lösung trocknet zu einer gelben, durchsichtigen, etwas gesprun-

Digitized

genen Masse ein, welche einen Absatz giebt, wenn sie wieder in Wasser gelöst wird. Es giebt bei der Destillation ohne Kalkhydrat eine saure Flüssigkeit, und, nach vorhergegangener Eintrocknung mit Kalkhydrat, eine ammoniakalische Flüssigkeit. Die Auflösungen desselben geben im Uebrigen dieselben Reactionen mit den angeführten Reagenzien, werden aber weniger dunkel gefärbt durch schwefelsaures Eisenoxyd. Es ist folglich nichts anders als eine Modification von dem in Alkohol löslichen.

Das Brenzextract macht den gröfsten Theil des Rückstandes von der Verdampfung der sauren brenzlichen Flüssigkeit aus, und ist wahrscheinlich gemischt mit mehreren Stoffen, welche wir noch nicht abzuscheiden vermögen.

Wenn man die brenzliche saure Flüssigkeit, ohne sie zu destilliren, mit Alkali sättigt, so erhält man eine braune Flüssigkeit, welche nichts absetzt, und welche nach Verdunstung einen schwarzen, in Wasser vollkommen löslichen Rückstand hinterläfst. Durch Kochen mit Kalkhydrat kann man daraus Brenzharz abscheiden, vielleicht mit dem humusähnlichen Stoff gemengt, welcher eine so grofse Verwandtschaft zur Kalkerde hat, dafs, wenn die Kali-Verbindung desselben mit Kalkerdehydrat gekocht wird, eine fast farblose kaustische Lauge zurückbleibt und das Brenzharz nebst dem Humus in einer basischen Verbindung mit dem Kalk gefällt wird. Wenn aber Brenzextract zugegen ist, bleibt dieses in der Verbindung zurück und läfst sich aus derselben durch Kohlenpulver nicht abscheiden. Bleiessig schlägt es indefs nieder, so dafs die Flüssigkeit nur blafs gelb ist.

Wenn die schwarze Natronverbindung mit Chlorcalcium gemischt wird, so fällt Brenzharz-Kalk mit brauner Farbe nieder und die Flüssigkeit ist nur von dem Extract gefärbt; wenn man aber die brenzliche Säure mit Kalk sättigt und hiemit versucht die Natronverbindung zu

Digitized by Google

fällen, so erhält man nur einen geringen Niederschlag. Löst man Kochsalz in der Flüssigkeit auf, so wird Brenzharz-Kalk gefällt.

Wenn die brenzliche Säure mit Kalkhydrat gesättigt und in hinlänglichem Ueberschufs mit demselben gekocht wird, so fällt Brenzharz-Kalk nieder, und die Flüssigkeit enthält essigsauren Kalk, Brenzextract und eine unbedeutende Menge Brenzharz. Die Lösung hinterläfst, nach der Verdunstung zur Trockne, eine gelbbraune, harte, nicht krystallisirende Masse. Oxydirende Stoffe tragen nichts zur leichteren Abscheidung des Brenzextractes bei. Ich halte es für wahrscheinlich, dafs die Kenntnifs seines Verhaltens bei der Reinigung der brenzlichen Flüssigkeit zu Essig eine Anwendung finden kann.

VII. *Mineralogisch-chemische Untersuchung einiger Varietäten des Diallags;*
von Friedrich Köhler in Cassel.

Die Mineralspecies, die Haüy in der letzten Ausgabe seines *Traité de minéralogie*, unter dem Namen „*Diallage*“ zusammenfafste, wurden von den neuern Mineralogen nach gründlicher Ausmittelung ihrer diagnostischen Eigenschaften getrennt, und als verschiedene Arten eines und desselben Geschlechtes aufgestellt. So zuverlässig auch die von Mohs gegebenen Bestimmungen seyn mögen, und so allgemein sie auch seitdem von den Mineralogen angenommen worden sind, so bleibt dennoch unsere Kenntnifs der genannten Mineralgattung mangelhaft, wenn nicht die Erforschung der Mischung die Prüfung der äufsern Kennzeichen begleitet, und so die geschehene Trennung bestätigen hilft. Am fühlbarsten war wohl dieser Mangel bei der ersten der Mohsischen Species des Schillerspathgeschlechtes, bei dem diatomen Schillerspath; wes-

Digitized by Google

halb ich mich auch entschlofs, seinen chemischen Bestand genauer, als bisher geschehen war, zu erforschen. Die zu diesem Ende angestellte Untersuchung *) lieferte das Resultat, dafs der eigentliche Schillerspath, sowohl hinsichtlich seiner äufsern Eigenschaften, als der Natur seiner Mischung nach, viel weiter von den übrigen Gliedern seiner Familie entfernt stehe, als diese unter einander, die durch enge Bande innerer und äufserer Verwandtschaft verknüpft sind.

Nachdem Haidinger dargethan hatte, dafs diejenigen grasgrünen Varietäten des Diallags, die Karsten mit dem Namen Smaragdit belegte, und Haüy zu seiner Diallage verte rechnete, keine besondere Mineralspecies, sondern nur regelmäfsige Zusammensetzungen von Augit und Hornblende seyen **): — da fiel auch die zweite Mohsische Species, der axotome Schillerspath, aus der Reihe der übrigen weg, und nur noch Bronzit, Hypersthen und Anthophyllit blieben mit dem eigentlichen Schillerspath die Glieder der Mohsischen Schillerspathfamilie.

Aber Haidinger hatte seine Untersnchungen nur mit den grasgrünen Varietäten des Diallags angestellt, sie indefs nicht über die grauen metallisirenden Abänderungen ausgedehnt, die so sehr häufig vorkommen, und ausschliefslich den charakterisirenden Bestandtheil des Gabbros mancher Gegenden ausmachen. Mehrere Eigenschaf-

*) S. diese Annalen 1827, 10. St. Bei der Angabe der einzelnen Bestandtheile, a. a. O. Seite 210., ist die Menge des Kali's und Natrons anzugeben vergessen worden, die 0,467 Proc. beträgt, und schon mit in der angeführten Summe enthalten ist. Bei der Analyse *a.*, die mit kohlensaurem Kali angestellt wurde, ist das Chrom vom Eisen nicht getrennt, sondern als Eisenoxydul mit in Rechnung gebracht worden (Seite 211.), was aber bei dem geringen Quantum Chromoxydul — zumal da das Eisenoxydul auch nur wenig Sauerstoff enthält — auf die aufgestellte Formel keinen ändernden Einfluſs ausübt.

**) Gilbert's Annalen der Physik, 75. Bd. p. 367.

Digitized by Google

ten dieser *diallages métalloïdes* Haüy's, wie Richtungen der Theilbarkeit, Härte, die sie nicht mit dem Bronzit theilen, scheinen darauf hinzudeuten, dafs eine Vereinigung beider Fossilien nicht statthaft sey; der chemischen Zerlegung wird es also vorbehalten seyn, darüber weiteres Licht zu verbreiten. Mehrere Varietäten von metallisirenden Diallagen und Bronziten habe ich deshalb analysirt, und werde nun dieselben der Reihe nach näher beschreiben. Ich verdanke sie der gefälligen Mittheilung der Herren Professoren Weifs und G. Rose, so wie der Güte des Herrn Professors H. Rose, die Gelegenheit, die chemischen Arbeiten gröfstentheils in seinem Laboratorium vollenden zu können.

Die qualitative Prüfung vor dem Löthrohre läfst bei sämmtlichen untersuchten Diallagen nur auf wenige Bestandtheile schliefsen. Im Glaskölbchen geben sie mehr oder weniger Feuchtigkeit, sind in dünnen Splittern an den Kanten schmelzbar, und lösen sich in den Flüssen unter Rückbleibung von Kieselerde. Die Färbung, welche die Perle zeigt, ist die bekannte Reaction des Eisens. Auf Platinblech liefern sie mit Soda eine braune Schlacke, an deren Rändern die blaugrüne Farbe des mangansauren Natrons erscheint.

1. Metallisirender Diallag von der Baste.

Diese Abänderung, die füglich zu den *diallages laminaires métalloïdes* Haüy's zu rechnen ist, bildet einen Gemengtheil des grobkörnigsten Gabbros, der an der Baste auf dem Harze vorkommt. Ihre grünlichbraune oder olivengrüne Farbe steht in grellem Contraste mit der graulichweifsen des andern Feldspathartigen Gemengtheils, dessen Masse wegen ihres verworren blättrigen Gefüges den grofsen breitblättrigen Parthieen des Diallags hinsichtlich der Quantität nachzustehen scheint, wiewohl gerade das Gegentheil der Fall seyn mag. Was dieses feldspathartige Mineral auszeichnet, sind Eigenschaf-

Digitized by Google

ten, die dasselbe vom gemeinen Feldspath mehr entfernen, und es einer andern, der Feldspathfamilie angehörigen Species nähern. Seine Farbe ist graulichweifs, der Bruch uneben und splittrig, mit einem ganz schwachen Fettglanz begabt, die Masse besitzt geringe Durchscheinenheit, und eine Härte, welche die des Kalifeldspaths nur um ein Geringes übertrifft, ungefähr =6,25 (nach Mohs'scher Scale). Das specifische Gewicht desselben fand ich =2,786 bei +19° R. Vorzüglich charakteristisch für die Bestimmung sind die Verhältnisse der innern Structur. Durch Spaltung liefsen sich kleine Stückchen mit ziemlich spiegelnden Flächen erhalten, an denen man mit einiger Sicherheit den Neigungswinkel der beiden deutlichsten, aber verschiedenwerthigen, Theilungsrichtungen messen konnte, nämlich =93° 45′ und 86° 15′; schwache Spuren eines dritten Durchgangs, der einer Seitenfläche der Feldspathsäule entspricht, liegen der scharfen Kante von 86° 15′ an. Es ergiebt sich hieraus, dafs das feldspathartige Fossil dem Labrador zuzurechnen ist, was auch schon Breithaupt ausgesprochen hat *).

Die Farbe des Diallags variirt vom Lauchgrünen durch das Braune bis zum Grauen, gewöhnlich zeigen sich mehrere Nüancen an einem und demselben Stücke. Mit dieser Farbe verbindet sich eine ganz besondere Eigenthümlichkeit des Glanzes, wenn man das Fossil in gewissen Richtungen betrachtet. Die innere Structur des Diallags nämlich ist nach einer Richtung ganz ausgezeichnet blättrig, wodurch das Erscheinen desselben in breiten, vollkommen geradblättrigen Massen bedingt wird; nach einer andern Richtung, welche die erste unter einen rechten Winkel schneidet, findet zwar auch Spaltbarkeit statt, aber nur in schwachen Spuren. In diesen beiden verschiedenen Richtungen bemerkt man auch die gröfste Verschiedenheit des Glanzes. Jene besitzt einen lebhaf-

*) Diese Ann. 1826, 10. Stück.

Digitized by Google

ten Perlmutterglanz, der aber schon etwas Metallähnliches aufnimmt, indem bei gewissem Lichtreflex die Farbe sich dem Tombackbraunen und Messinggelben nähert. Die zweite Spaltungsrichtung ist dagegen viel tiefer braun gefärbt ohne allen Glanz, oder nur mit schwachem Schimmer. Kaum ist wegen vorherrschender Deutlichkeit der ersten Theilungsrichtung der Querbruch wahrzunehmen; das Fossil trennt sich meist in Splittern, die mit bräunlichgrauer Farbe durchscheinend sind. Die Härte desselben ist $=3{,}75-4$, die Sprödigkeit nur sehr geringe, das Strichpulver blafsgrau. Das eigenthümliche Gewicht beträgt $=\begin{cases}3{,}237 \text{ bei } +13^\circ \text{ R.}\\ 3{,}229 \text{ bei } +17^\circ{,}5 \text{ R.}\end{cases}$

Auch dieses Mineral theilt mit dem Smaragdit die Eigenthümlichkeit meist in einer innigen, regelmäfsigen Verwachsung zweier verschiedenen Specien zu bestehen. Hauptsächlich da, wo die breitblättrigen Massen des Diallags an den Feldspathgemengtheil des Gabbro gränzen, bemerkt man bei genauerer Betrachtung dunkler gefärbte Stellen, die sich gewöhnlich in sehr unbeträchtlicher Breite an der Gränze beider Fossilien hinziehen. Selten nur erstreckt sich eine solche fremdartige Parthie bis in die Mitte der Diallagmasse. Aufser der dunklern Farbe zeichnen sich diese Stellen auch durch einen ziemlich lebhaften Fettglanz und zwei gleich deutliche Theilungsrichtungen der Masse aus, die einen Neigungswinkel von 124° einschliefsen (annähernd mit dem Reflexionsgoniometer gemessen). Die Härte ist bedeutender, als die des Diallags selbst, etwa $=5{,}5$, wonach sich also das Mineral als Hornblende zu erkennen giebt. Die gegenseitige Stellung beider Mineralspecien ist so, dafs die Haupttheilungsrichtung des Diallags genau einer Abstumpfung der stumpfen Seitenkante von 124° an der Hornblende entspricht, während alle Structurflächen beider Substanzen einer und derselben Zone angehören. Zuweilen gelingt es, kleine Stückchen herauszuschlagen, die

Digitized by Google

auf einer Seite Diallag, auf der andern Hornblende sind, beide in der angeführten parallelen Stellung.

Da die Quantität der Hornblende gegen die des Diallags nur höchst unbedeutend ist, so konnte ich mir nicht hinreichendes Material verschaffen, um das specifische Gewicht derselben zu bestimmen, oder ihren chemischen Bestand zu untersuchen. Dagegen habe ich den Diallag selbst mehrmals analysirt, und folgende Bestandtheile gefunden:

	a) Mit kohlens. Kali.	Sauerstoffmenge.		*b*) Mit Flufssäure.
Kieselerde	53,707	27,015		52,064 (aus d. Verluste)
Kalkerde	17,065	4,794		17,743
Magnesia	17,552	6,795	13,429	17,810
Eisenoxydul mit Manganoxydul	8,079	1,840		8,734
Thonerde	2,825			2,571
Wasser	1,040			1,078
	100,268			100,000.

Die Methode, nach der ich die Analysen vornahm, ist die in diesen Annalen 1827, 10. St. beschriebene. — Vernachlässigt man den Thonerdegehalt bei der Bildung einer Formel, so verhält sich die Sauerstoffmenge der isomorphen Basen: Kalkerde, Magnesia und Eisenoxydul, zur Sauerstoffmenge der Kieselerde, die mit jenen in Verbindung tritt = 1:2; die mineralogische Formel mufs also geschrieben werden

$$\left.\begin{matrix} C \\ M \\ f \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

2. Metallisirender Diallag aus dem Salzburgischen.

Dieser ausgezeichnete Diallag findet sich in einer wahrscheinlich innig gemengten Gebirgsart eingewachsen, deren näherer Fundort mir nicht bekannt wurde. Ihre berggrüne Farbe, der unebene, splittrige und matte Bruch,

Digitized by Google

der gar nichts Fettiges im Anfühlen hat, die Härte =5,25, ihre Sprödigkeit und der Umstand, dafs durch den Strich kein Glanz erzeugt wird, unterscheiden sie genugsam vom Serpentin, mit dem sie im Aeufsern wohl Aehnlichkeit darbietet.

In dieses Muttergestein ist der Diallag in blättrigen, häufig etwas krumschaligen und wellenförmig gebogenen, Massen eingewachsen, ohne alle Regelmäfsigkeit der gegenseitigen Lage der einzelnen Parthieen. Seine Farbe ist eine hellgrünlichgraue, die Spaltbarkeit nach einer Richtung hinsichtlich der Vollkommenheit sich dem Glimmer nähernd, in einer andern, auf dieser senkrechten, Richtung erscheinen nur schwache Spuren von Theilbarkeit, wie bei dem Diallag der Baste. In der Hauptspaltungsrichtung ist die grünlichgraue Farbe mit jenem eigenthümlichen Perlmutterglanze verbunden, der schon in den metallischen übergeht, und zwar bei dieser Varietät so sehr demselben genähert ist, dafs das Fossil durch Glühen eine zwischen silber- und zinnweifs das Mittel haltende Farbe annimmt. Die zweite Theilungsrichtung besitzt dagegen bei dunklerer Färbung auch nur einen sehr schwachen Fettglanz, ganz so wie der wenig unebene Querbruch. Dünne Blättchen dieses Diallags sind grünlichgrau durchscheinend, fast gar nicht biegsam, nur sehr wenig spröde, und liefern beim Feilen ein graulichweifses Pulver. Die Härte ist der des Flufsspathes sehr nahe, =3,75, das specifische Gewicht

$$= \begin{cases} 3{,}219 \text{ bei } + 13^{\circ} \text{ R.} \\ 3{,}235 \text{ - - } 15^{\circ},5 \text{ R.} \end{cases}$$

Von einer ähnlichen regelmäfsigen Verwachsung mit einem andern Fossile, wie bei der vorigen Varietät, ist hier keine Spur wahrzunehmen.

Nach mehreren, mit kohlensaurem Kali angestellten, Analysen ergab sich das Resultat:

Digitized by Google

		Sauerstoffmengen.	
Kieselerde	51,338	25,823	
Kalkerde	18,284	5,136	13,084
Magnesia	15,692	6,074	
Eisenoxydul mit Manganoxydul	8,230	1,874	
Thonerde	4,388		
Wasser	2,107		
	100,039.		

Sieht man auch hier wiederum die, freilich nicht ganz geringe, Menge von Thonerde und Wasser als unwesentlich an in der Mischung des Diallags: so ergiebt sich die Formel:

$$\left.\begin{matrix} C \\ M \\ f \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

3. Metallisirender Diallag aus dem Toskanischen.

In der an mannigfaltigen Abänderungen des Gabbro so reichen Gegend von Florenz kommen auch mannigfache Varietäten von Diallagen vor. Unter den metallisirenden Diallagen jenes Landstrichs ist der von Prato einer der bekanntesten, und nächst dem vorhergehenden einer der ausgezeichnetsten Repräsentanten der *diallages métalloïdes* Haüy's. Er ist der Gemengtheil eines Gabbro, dessen Feldspath von grauer oder grünlichgrauer Farbe, undeutlich blättrig ist, und beinahe die Härte des gemeinen Feldspaths erreicht, etwa =5,75. Im Aeufsern hat dieser Diallag sehr viel Aehnlichkeit mit der Salzburger Varietät. Was Farbe und Richtungen der Theilbarkeit anbetrifft, stimmen beide vollkommen überein, nur ist bei dem italienischen die Lebhaftigkeit des metallähnlichen Perlmutterglanzes in der Hauptspaltungsrichtung geringer als bei dem Salzburger, eben so besitzt jener nicht das Gebogene und Krummschalige dieser Ab-

Digitized by Google

änderung, sondern ist vollkommen geradblättrig. Härte, Sprödigkeit, Durchscheinenheit und Strichpulver sind ganz so wie beim Salzburger. Das specifische Gewicht fand ich bei $+17°,5$ R. $=3,256$.

Eine, mittelst kohlensauren Kali's vollendete Analyse lieferte folgende Bestandtheile:

		Sauerstoffmengen.	
Kieselerde	53,200	26,760	
Kalkerde	19,088	5,362	13,218
Magnesia	14,909	5,791	
Eisenoxydul	8,671	1,982	
Manganoxydul	0,380	0,083	
Thonerde	2,470		
Wasser	1,773		
	100,491.		

Woraus sich, mit Hinweglassung der Thonerde und des Wassers, die mineralogische Formel bilden läfst:

$$\left.\begin{matrix} C \\ M \\ f \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

4. Krystallisirter Diallag von der Baste.

Sie ist die einzige, bis jetzt krystallisirt gefundene, Abänderung des Diallags, die schon seit längerer Zeit von Freiesleben *) als gelber Schillerspath, dann von Hausmann anfänglich **) als schillernde Hornblende, später ***) aber als talkartiger Diallag bestimmt worden war.

Die höchstens $1\frac{1}{2}$ Linien langen Kryställchen sind zu körnigen Massen durch ein spärlich vertheiltes serpentinartiges Cäment verbunden. Dieses letztere, das auch mit

*) Freiesleben, min. Bemerk. über das schillernde Fossil. 1794, p. 13.

**) Hausmann's norddeutsche Beiträge. 1806, 1. St. p. 4.

***) Desselben Handb. der Mineralogie. 1813, II. p. 715.

Digitized by Google

fettglänzenden Ablösungsflächen die Stücke äufserlich umgiebt, — die auf Gangklüften zu brechen scheinen — bedingt wahrscheinlich auch die Fettigkeit des Gesteins im Anfühlen, die dem Diallag selbst wohl nicht zuzurechnen ist. Aufser einzelnen Blättchen tombackbraunen Glimmers ist kein fremdartiger Körper sichtbar in der Masse vorhanden. Die rundum ausgebildeten, aber innig mit dem Bindemittel verwachsenen, Krystalle des Diallags können nur äufserst selten von allen Seiten beobachtet werden, weil es sehr schwierig ist, dieselben, ohne sie zu zerstören, aus der Masse herauszuarbeiten. Gewöhnlich mufs man sich begnügen, nur einzelne Theile der Krystalle erkennen zu können. Vollständige Krystalle zeigen die Fig. 95. Taf. 67. der 2. Ausg. des Haüy'schen Atlas abgebildete Form des Augits, die gewöhnlichste, unter der er in den Basalten zu erscheinen pflegt. Gemeiniglich sieht man nur die Flächen der horizontalen Zone *r*, *l*, seltener *M*, am seltensten aber die Endflächen *s*, die ein genz rauhes und unebenes, meistens verstümmeltes Ansehen haben. Vergleichungen mit wirklichen, gut ausgebildeten Augit-Krystallen und annähernde Schätzung der Winkel mit Haüy's Goniometer beseitigten alle Zweifel über die Identität der Form dieses Diallags mit der des Augits. Häufig sieht man die Krystalle mit der Fläche *r* aus dem Gestein hervorragen, und da diese ein 4 und 2winkliges Sechseck bildet, so ist bei flüchtiger Betrachtung daraus die regelmäfsig sechsseitige Tafel entstanden, die manche Mineralogen für die Krystallform dieses Diallags gehalten haben.

Die Farbe des Fossils ist grünlichgrau, und nimmt auf der Hauptspaltungsrichtung, die der Abstumpfung der scharfen Seitenkante der Säule, oder der Fläche *r* entspricht, — von einem metallähnlichen Schimmer begleitet — eine dem Speisgelben sich nähernde Nüance an. Aufser jener sehr vollkommenen Theilungsrichtung zeigt sich auch eine zweite, weniger ausgezeichnete parallel der

Digitized by Google

Fläche *l*. Die Fläche *r* ist der Länge nach ganz zart gestreift, den zweiten Blätterdurchgang andeutend. Durchscheinenheit, Härte, Farbe des Strichpulvers und geringe Sprödigkeit hat dieser Diallag mit den vorhergehenden beiden gemein. Sein specifisches Gewicht beträgt =3,054 bei +17° R.

Die chemische Analyse, wobei das Fossil mit kohlensaurem Kali aufgeschlossen wurde, ergab:

		Sauerstoffmengen.	
Kieselerde	53,739	27,031	
Magnesia	25,093	9,713	13,712
Kalkerde	4,729	1,328	
Eisenoxydul	11,510	2,620	
Manganoxydul	0,233	0,051	
Thonerde	1,335		
Wasser	3,758		
	100,397.		

Wasser- und Thonerdegehalt vernachlässigend, kann man die Formel aufstellen

$$\left.\begin{matrix} M \\ f \\ C \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

5. Bronzit vom Stempel bei Marburg.

Die körnigen Olivinmassen im Basalte des Stempels bei Marburg — der schon durch die schönen, von Hessel und L. Gmelin *) untersuchten, Krystalle des Kalikreuzsteins bekannt ist — enthalten noch ein Fossil, das im Aeufsern mit dem Bronzit vom Fichtelgebirge sehr grofse Aehnlichkeit besitzt. Die einzelnen zwischen den Olivinkörnern sitzenden Bronzitstückchen, die jene gewöhnlich an Gröfse übertreffen, werden sogleich durch ihre dunkle, vom Grün des Olivins sehr abstechende,

*) Leonhard's Zeitschrift für Mineralogie. 1825. I. p. 1.

Digitized by Google

Farbe, so wie durch ihren eigenthümlichen Glanz verrathen. Dieser Bronzit hat ausgezeichnete Richtungen der Theilbarkeit. Die deutlichste ist an dem eigenthümlichen grünlich-tombackbraunen Perlmutterglanz erkennbar, der aber dem Metallglanze sich bei weitem nicht so nähert, wie es bei den oben beschriebenen Diallagen der Fall war; auch zeigt das Fossil in gewissen Richtungen schon in bedeutend dickern Stücken, ungeachtet der dunklern Färbung, einen höhern Grad von Durchscheinenheit als jene. Gegen diesen Hauptblätterdurchgang neigen sich symmetrisch unter einem Winkel von 134° (annähernd mit dem Reflex. Gon. gemessen) zwei andere sehr ausgezeichnete Theilungsrichtungen, die ziemlich lebhaften Fettglanz zeigen, von denen die eine aber nur ein Geringes vollkommner als die andere zu seyn scheint, wenigstens wird die eine leichter und in gröfsern Flächen durch Spaltung erhalten, als die andere, besitzt auch einen etwas lebhaftern Glanz als diese. Die Farbe dieser Theilungsrichtungen ist tief grünlichbraun. Sie ist noch dunkler, dem Schwarzen sich fast nähernd, und nur von ganz schwachem Fettglanz begleitet, auf einer dritten nur in geringen Spuren erscheinenden Durchgangsrichtung, welche die erste unter rechtem Winkel schneidet. Die Oberfläche dieser sämmtlichen, in einer gemeinschaftlichen Zone liegenden Richtungen der Spaltbarkeit ist von sehr verschiedener Beschaffenheit. Die Haupttheilungsrichtung ist parallel mit der Zonenaxe gestreift, so dafs das Fossil dadurch meist ein faseriges Ansehen gewinnt, worauf auch Haüy's Name *diallage fibro-laminaire* hindeutet. Der zweite und dritte Blätterdurchgang hat sehr glatte und spiegelnde Oberfläche, der vierte endlich, auf dem ersten senkrechte, entfernt sich schon mehr von der Ebene, und sieht mehr wie ein ebener Bruch aus. Die Härte dieses Bronzits ist =5,75—6,0; er ist spröde, sein Strichpulver weifslichgrau. Das spec. Gew. desselben ist bei +13° R. =3,241.

Die

Die mit kohlensaurem Kali vorgenommene Analyse lieferte folgendes Resultat:

		Sauerstoffmengen.	
Kieselerde	57,193	28,768	
Magnesia	32,669	12,646	14,786
Kalkerde	1,299	0,365	
Eisenoxydul	7,461	1,699	
Manganoxydul	0,349	0,076	
Thonerde	0,698		
Wasser	0,631		
	100,300.		

Wenn Thonerde und Wasser in der Zusammensetzung als aufserwesentlich angesehen werden, so kann man auch hier annäherungsweise wieder die Formel bilden

$$\left.\begin{matrix} M \\ f \\ C \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

6. Bronzit aus dem Ultenthale in Tyrol.

Dieser in jeder Beziehung dem vorhergehenden sehr nahe stehende Bronzit kommt angeblich in losen Blöcken (unbekannt welcher Gebirgsart) an der Seefeldalpe im Ultenthal in Tyrol in einem olivinähnlichen Fossil eingewachsen vor. Das Vorkommen hat im Allgemeinen mit dem vom Stempel ungemeine Aehnlichkeit, die Farbe des letztern ist nur etwas dunkler, und seine Vertheilung im Olivin weit spärlicher. Die Richtungen der Theilbarkeit, die Neigungswinkel, unter denen sich jene schneiden, so wie alle übrigen Eigenschaften sind beiden gemein; die Härte dieses Bronzits ist nur etwas geringer, etwa $=5{,}25$, und sein specifisches Gewicht $=3{,}258$ bei $+17°{,}5$ R.

Eben so nähert sich die Mischung der des Marburger Bronzits, indem sie nach einer, mit kohlensaurem Kali angestellten, Analyse folgendermafsen beschaffen ist:

Digitized by

		Sauerstoffmengen.	
Kieselerde	56,813	28,577	
Magnesia	29,677	11,488	14,266
Kalkerde	2,195	0,616	
Eisenoxydul	8,461	2,027	
Manganoxydul	0,616	0,135	
Thonerde	2,068		
Wasser	0,217		

Die Formel, die man daraus bilden kann, ist:

$$\left.\begin{matrix} M \\ f \\ C \\ m\,n \end{matrix}\right\} S^2$$

Zu den ausgezeichnetsten Abänderungen metallisirender Diallagen gehören die vom Zobtenberg und von Volpersdorf bei Neurode in Schlesien, die Gemengtheile des dortigen Gabbro sind. Beide stimmen hinsichtlich ihrer äufsern Eigenschaften vollkommen mit denen von der Baste, No 1., und von Florenz, No. 3., überein, so dafs auch Identität der Mischung zu erwarten ist. Regelmäfsige Verwachsung mit andern Fossilien ist an ihnen nicht zu beobachten. Die bekannten Bronzite vom Gulsen bei Kraubat in Steyermark, und vom Fichtelgebirge finden ihre Vergleichungsstücke an denen von Marburg und Ultenthal, sowohl rücksichtlich der Structur, und der übrigen äufsern Eigenschaften, als auch ihres chemischen Bestandes, den Klaproth vom steyerschen erforscht hat *). Beim Kraubater nur ist die blättrige Structur weit weniger deutlich und ausgezeichnet, als beim Marburger Bronzit.

Wir wollen nun noch die beiden übrigen, der Schillerspathfamilie bisher noch zugerechneten, Specien, den Hypersthen und Anthophyllit, mit den vorhergehenden Fossilien vergleichen.

Die Structur des ausgezeichneten Hypersthens von

*) Klaproth's Beiträge. V. p. 32.

Digitized by Google

der Paulsinsel an der Küste von Labrador stimmt ganz mit der des Marburger Bronzits überein. Auch bei jenem sind 4 Theilungsrichtungen, von denen die erste mit fast kupferrothem Schiller symmetrisch unter etwa 131° (annäherungsweise durch Reflex. bestimmt) von zwei andern geschnitten wird, die jedoch eine ganz geringe physikalische Differenz wahrnehmen lassen, wie auch schon Phillips beobachtet hat *). Härte und specifisches Gewicht sind nicht viel von der des Bronzits verschieden, jene ist etwa =5,5, dieses =3,389 (nach Mohs). Die Mischung des Hypersthens ist nach der Klaproth'schen Analyse **) durch dieselbe Formel ausdrückbar, wie die des Bronzits, nämlich:

$$\left.\begin{matrix} f \\ M \\ C \end{matrix}\right\} S^2$$

Es ist also weder von mineralogischer noch chemischer Seite ein Grund gegen die Vereinigung des Hypersthens mit dem Bronzit anzuführen.

Dagegen entfernt sich der Anthophyllit ganz aus der Gemeinschaft mit den vorhergehenden Mineralien. Der Neigungswinkel seiner beiden deutlichen Blätterdurchgänge (=124°, approximativ durch Reflexion bestimmt), seine Härte (=5,5) und seine Schwere (=3,120 nach Blöde) reihen ihn unwidersprechlich an die Hornblende an, wozu denn auch die Mischung allenfalls eine Bestätigung liefert, wiefern man aus L. Gmelin's Analyse ***) die Formel ableiten kann

$$fS^3 + \left.\begin{matrix} M \\ C \end{matrix}\right\} S^2$$

Nimmt man den Anthophyllit aus der Schillerspathfamilie, um ihn als Varietät unter die Species Hornblende

*) *Will. Phillips elementary introduction to the knowledge of Mineralogy.* 3. *edit. Lond.* 1823. *p.* 70.

**) Beiträge, V. p. 37.

***) Leonhard's Handbuch der Oryktognosie. 2. Aufl. p. 513.

Digitized by Google

zu bringen, so sind also, aufser dem eigentlichen Schillerspath von der Baste, — zu dem auch mancher im Serpentin vorkommende Schillerspath zu gehören scheint (wie z. B. der von Bolokowskoy in Sibirien und Hohenstein in Sachsen) — nur noch der metallisirende Diallag, der Bronzit und der Hypersthen Glieder des Schillerspathgeschlechtes.

Vergleicht man aber sowohl Structur- als Mischungsverhältnisse dieser letztern 3 Fossilien mit denen des Augits, so ergeben sich zwischen ihnen ganz unverkennbare Analogieen. Die Form des krystallisirten Diallags von der Baste ist, wie ich schon oben weitläufiger anführte, ganz die des Augits; nur zeigt sich hier die Ausnahme, dafs der Fläche *r*, oder der Abstumpfungsfläche der scharfen Seitenkanten der Augitsäule, der deutlichste blättrige Bruch entspricht. — Die Structur des Bronzits und Hypersthens führt auf eine geschobene Säule von 88° und 92°, an der die scharfen Kanten durch die erste, die stumpfen durch die vierte Spaltungsrichtung abgestumpft sind. In der Endigung der Säule sind freilich keine Durchgänge beobachtet, indefs läfst die geringe Differenz in den Seitenflächen der Säule schon auf einen Uebergang zu einem 1 und 1gliedrigen Krystallsystem schliefsen. Sonst ist die Structur durchaus mit der des Augits vereinbar, nicht minder Härte, Schwere und chemische Constitution.

Dasselbe gilt dann von den metallisirenden Diallagen, die hinsichtlich ihrer innern Structur die einfachsten sind. Der deutlichste blättrige Bruch würde auch hier der Abstumpfung der scharfen Seitenkante der imaginären Säule correspondiren, so wie der zweite der der stumpfen Seitenkante parallel seyn würde. Alsdann ergäbe sich auch die Stellung der beiden Fossilien Augit und Hornblende in der Verwachsung zum Smaragdit etwas natürlicher als Haidinger sie darstellte; nämlich es würde nicht die schiefe Endfläche *P* des Augits der Fläche *s*

Digitized by Google

an der Hornblende parallel liegen, sondern *r* des Augits parallel *s* der Hornblende seyn. Die überaus grofse Vollkommenheit des blättrigen Bruchs an dem metallisirenden Diallag bedingt aber eine um so geringere Härte des Fossils gegen den weniger leicht und deutlich spaltbaren Bronzit, wie auch die Beobachtung ergiebt *). — Merkwürdig ist, dafs das härtere und vielfacher spaltbare unter diesen Fossilien, der Bronzit und Hypersthen, sich durch vorwaltenden Magnesia- oder Eisenoxydulgehalt auszeichnen, während das weichere und einfacher theilbare, der Diallag, fast gleichviel Magnesia und Kalkerde in seiner Mischung enthält.

Metallisirender Diallag, Bronzit und Hypersthen treten nunmehr viel natürlicher als Unterarten des Augits auf, als dafs sie in Gemeinschaft mit dem Schillerspath Glieder der Schillerspathfamilie bildeten.

VIII. Versuche über die Bildung von Blitzröhren.

Durch Hrn. Arago ist die Academie zu Paris, in einer ihrer letzten Sitzungen, in Kenntnifs gesetzt von den Beobachtungen des Dr. Fiedler über die langen Röhren, welche dieser im Sandboden an mehreren Orten angetroffen hat, und welche man als Erzeugnisse des Blitzes ansieht. Die Idee, die Entstehung der Röhren dem Blitze zuzuschreiben, gründet sich auf mehrere unmittelbare Beobachtungen, denn man hat wirklich den Blitz an einem Orte einschlagen gesehen und daselbst hernach solche Röhren gefunden **). Dessenungeachtet hat Hr. Hachette

*) Auch der Malakolith ist weniger hart, als der eigentliche Augit, wiewohl jener bei weitem weniger ausgezeichnet theilbar ist, als der Diallag, auch ist beim Malakolith *P* Zusammensetzungs- und nicht Spaltungsfläche.

**) Unstreitig sind damit die Erfahrungen von Pfaff und Hagen gemeint (dies. Ann. Bd. 72. S. 111. u. Bd. 74. S. 325.).

Digitized by Google

geglaubt, dafs ein Versuch nicht unnütz sey, diese Erscheinung mittelst Hindurchleitung des Schlages einer Elektrisirmaschine durch nicht gar zu schwer schmelzbare Materien künstlich hervorzubringen. Demzufolge haben wir, Hr. Hachette, Hr. Savart und ich (Hr. Beudant), uns vereinigt, um im *Conservatoire des Arts et Métiers* mit der Batterie im Charles'schen Cabinett, der stärksten in Paris, diesem Versuch anzustellen.

Unser Versuch gelang vollkommen. Als wir den Schlag durch Glaspulver gehen liefsen, mit welchem ein Loch in einem Ziegelstein angefüllt worden war, erhielten wir Röhren, die den in der Natur vorkommenden und dem Blitz zugeschriebenen völlig ähnlich waren, nur dafs sie im Verhältnifs zu unseren Mitteln kleinere Dimensionen besafsen. Bei einem Versuche mit zerstofsenem Glase erhielten wir eine Röhre von 25 Millimet. Länge, deren äufserer, von einem bis zum andern Ende unregelmäfsig abnehmender, Durchmesser 3 bis $1\frac{1}{2}$ Millimeter betrug, und deren innerer Canal $\frac{1}{2}$ Millimeter im Durchmesser hielt. Bei einem andern Versuche, bei dem das Glas mit etwas Kochsalz gemischt worden, erhielten wir ein Rohr von 30 Millimeter Länge, das auswendig und inwendig ziemlich regelmäfsig war. Der äufsere Durchmesser betrug im Mittel $4\frac{1}{2}$ Millimeter und der innere 2 Millimeter.

Zwei andere Versuche gaben kleinere und weniger gut gebildete Röhren.

Versuche mit gepülvertem Feldspath oder Quarz gelangen nicht. Wir bemerken, dafs unsere Röhren, wie die natürlichen, inwendig eine dunkle Schicht darbieten, deren Ursache wir nicht anzugeben wissen, wenigstens hängt sie nicht von einer geringen Menge von Eisen ab, das etwa bis zu einem gewissen Grade oxydirt wäre. Auch müssen wir bemerken, dafs unsere Röhren bei weitem nicht die Festigkeit der des Dr. Fiedler besitzen, was ohne Zweifel von der verschiedenen Stärke der elektrischen Entladung abhängt. Denn wie schwach ist nicht die durch unsere Mittel hervorgebrachte, gegen die welche die Natur entfalten kann! (*Ann. de chim et de phys. XXXVII. p.* 319.)

Digitized by Google

IX. *Reductionsformel für das Quecksilber-Thermometer bei hohen Wärmegraden; von Dr. E. F. August, Prof. und Director des Cöllnischen Real-Gymnasiums zu Berlin.*

Ein Hauptvorzug des Quecksilberthermometers vor den meisten übrigen besteht bekanntlich darin, dafs die Anzeigen desselben innerhalb der Temperaturen von $-25°$ bis $+100°$ C. der wirklichen Wärmezunahme so genau proportional sind, dafs bis jetzt die sorgfältigsten Versuche darüber auf keine Verschiedenheit geführt haben. Je mehr sich aber das Quecksilber auf der einen Seite dem Gefrieren auf der anderen dem Sieden nähert, desto mehr weichen die Anzeigen desselben von denen eines Luftthermometers ab, dem man mit Recht die vollkommenste Uebereinstimmung mit der Wärmeveränderung zuschreibt. Wir müssen daher sowohl in den Temperaturen nnte $-25°$ als in denen über $+100°$ C. die Anzeigen des Quecksilberthermometers jederzeit erst auf das Luftthermometer reduciren, wenn wir die durch das erstere angedeutete wahre Wärmeänderung irgend wo in Rechnung bringen wollen. Eine Formel für solche Reductionen ist meines Wissens noch nicht aufgestellt; daher ich diejenige, welche sich mir bei dem Anblick der in der vortrefflichen neuen Bearbeitung des Gehlerschen phys. Wörterbuchs (Th. I. S. 599.) mitgetheilten Resultate aus Dulong's und Petit's Versuchen über diesen Gegenstand gleichsam von selbst darbot, ihrer Einfachheit wegen, der öffentlichen Mittheilung würdig halte, um so mehr, da ich in dem folgenden Aufsatze über die Berechnung der Expansivkraft des Wasserdunstes, von derselben Gebrauch zu machen Gelegenheit haben werde.

Digitized by

Die ersten beiden Spalten der folgenden Tabelle enthalten die am a. O. angegebenen Vergleichungen nach dem hunderttheiligen Thermometer; wobei, wie ausdrücklich bemerkt wird, die Ausdehnung des Glases schon berücksichtiget ist.

A. Quecksilberthermometer.	*B.* Lufthermometer.	Unterschied beider $A - B$.	Differenz der Unterschiede.	Zweite Differenz derselben.
100	100	0		
150	148,70	1,30	1,30	
200	197,05	2,95	1,65	0,35
250	245,05	4,95	2,00	0,35
300	292,70	7,30	2,35	0,35
360	350,00	10,00		

Nimmt man die ersten fünf Beobachtungen und die damit bereits vorgenommenen Reductionen in Beziehung auf die Ausdehnung des Glases als vollkommen richtig an, so ist die Aufstellung einer Formel für das Gesetz, dem die Unterschiede beider, welche die dritte Spalte der Tabelle angiebt, zu folgen scheinen, nicht schwer zu entdecken. Man bemerke nur, dafs die in der fünften Spalte aufgeführten zweiten Differenzen dieser Unterschiede vollkommen gleich sind; dafs also die Zahlen der dritten Spalte, d. h. diese Unterschiede selbst, eine arithmetische Reihe zweiter Ordnung bilden. Nimmt man nun dasselbe Gesetz auch für die dazwischen liegenden Temperaturen an, so findet man durch Einschaltung von je 49 Gliedern einer arithmetischen Reihe zweiter Ordnung zwischen zwei Zahlen dieser Spalte diejenigen Unterschiede, welche sich auf die einzelnen Grade beziehen. Die Interpolirung selbst führt auf folgende Formel:

$$\delta = \tfrac{1}{4}(0{,}09\,\tau + 0{,}00028\,\tau^2),$$

wenn τ die Anzahl über 100° nach dem Centesimal-Quecksilberthermometer, und δ den Unterschied der Quecksilbergrade von den wirklichen Wärmegraden anzeigt.

Nennen wir daher die wirklichen Wärmegrade ω,

Digitized by Google

die Quecksilbergrade q und behalten den Werh $\tau = q - 100$ bei, so ist für das Centesimalthermometer

$$\omega = q - \tfrac{1}{4}\tau(0{,}09 + 0{,}00028\tau).$$

Für Reaumursche Grade ω', q'; wo $\tau' = q' - 80$ wird, geht die Formel in folgende über:

$$\omega' = q' - \tfrac{1}{4}\tau'(0{,}09 + 0{,}00035\tau).$$

Dafs die Formel nicht absolut richtig seyn kann, geht schon daraus hervor, dafs sie ihre ganze Bedeutung verliert, sobald $\tau = q - 100$ einen negativen Werth hat, d. h. wenn q unter 100 Grad ist. Dafs sie aber innerhalb der Gränzen dieser Versuche eine grofse Annäherung geben müsse, ist daraus deutlich, dafs sie in den fünf angegebenen Fällen auf eine vollkommene Uebereinstimmung des Versuches mit der Rechnung führt. Ob sie auch über 300° C. hinaus, wo das Quecksilber bald seinen freien Siedepunkt erreicht, eben so genau seyn wird, wie zwischen 100° und 300°, kann bezweifelt werden. Die Rechnung zeigt für die letzten der hier mitgetheilten Beobachtungen eine Abweichung. Wir erhalten nämlich nach der Formel für 360°, $\delta = 10{,}582$, wo der Versuch nur $\delta = 10$ giebt. Indessen ist auch unter Voraussetzung absoluter Genauigkeit der Beobachtung, die *über dem Siedepunkt des Quecksilbers* allerdings problematisch wird, diese Abweichung eines halben Grades für einen Abstand von 60° so unbedeutend, dafs wir dadurch an dem Gebrauch der Formel auch über 300° C. hinaus, bis nahe an den Siedepunkt des Quecksilbers nicht gehindert werden.

Bezeichnet also q die Grade eines Quecksilberthermometers, das zwischen dem Gefrier- und Siedepunkte n Grade und am Siedepunkte selbst s Grade zählt, und versteht man unter Cal. q die Grade der wahren Wärmezunahme, welche dem Stande des Quecksilberthermometers entsprechen, so ist ganz allgemein:

$$\text{Cal. } q = q - \tfrac{1}{4}(q - s)\left(0{,}09 - 0{,}028\frac{q - s}{n}\right)$$

Digitized by

X. *Ueber die Berechnung der Expansivkraft des Wasserdunstes; von Dr. E. F. August, Prof. und Director des Cöllnischen Real-Gymnasiums.*

Noch immer fehlt es an einer befriedigenden Methode, die höchste Expansivkraft des Wasserdunstes aus der Temperatur desselben durch Rechnung zu bestimmen, und wenn man die auf dem Wege der Experimente von verschiedenen sorgfältigen Beobachtern gefundenen Resultate unter einander vergleicht, so findet man ebenfalls so wenig Uebereinstimmung, dafs man auch hier geradezu die Möglichkeit einer befriedigenden Annäherung an das absolut Richtige bezweifeln mufs. In dem neuen Gehler'schen phys. Wörterbuche (Th. II. S. 316—354.) findet sich eine umfassende Uebersicht des bisher in diesem Gebiete Geleisteten, aufserdem enthält auch die Schrift von L. F. Kaemtz: *Untersuchungen über die Expansivkraft der Dämpfe nach den bisherigen Beobachtungen* (Halle 1826) eine gründliche Beurtheilung und genaue Berechnung der meisten Versuchsreihen. Aus diesen Schriften entlehne ich zunächst folgende Tafel über die Expansion des Wasserdunstes *) im Maximo nach verschiedenen Beobachtungen von 10° zu 10° der 80theiligen Scale in Pariser Linien ausgedrückt.

*) Wenn der Verf. sich bei dem nicht sichtbaren luftförmigen Wasser des Ausdruckes *Dunst* und bei dem sichtbaren des Wortes *Dampf* bedient, so glaubt er mit seinem würdigen Lehrer E. G. Fischer (Mechan. Naturl. I. S. 316.) dem Geiste der deutschen Sprache getreuer zu bleiben, als die, welche umgekehrt definiren. Jedermann würde sich sträuben *Ausdünstung* mit *Ausdampfung* zu vertauschen.

Digitized by Google

Temperatur.	Schmidt.	Dalton.	Ure.	Arzberger.	Mittel.	Formel.
0°	2,16	2,25	2,25	1,78	2,10	2,244
10	4,80	4,90	4,59	4,09	4,62	3,102
20	11,96	10,22	10,33	9,89	10,08	10,722
30	25,32	20,54	20,19	21,12	20,35	21,581
40	43,06	39,29	38,26	40,44	39,23	40,752
50	76,80	72,32	73,03	74,35	72,80	73,329
60	131,76	126,00	126,30	129,03	126,34	126,400
70	215,04	210,61	210,47	213,45	211,20	209,667
80	336,00	336,00	336,00	336,07	336,00	336,000
		Christian.		Robison.		
90 (89,77)	525,24	510,51	525,08	551,93	525,29	516,9
100 (99,52)	804,00	759,43	776,17	852,58	789,05	773,3
110 (109,25)	1208,6	1154,64	1129,5	1181,9	1155,9	1135,0
120 (118,96)		1607,28	1612,1		1612,1	1610,0
128 (126,72)		2105,2				2106,9

Durch die Vergleichung der ersten fünf Spalten dieser Tabelle, in welcher die erste nach der zweiten Auflage von Schmidt's Handbuch der Naturl., S. 296., berichtiget ist, überzeugt man sich leicht von dem Schwankenden in diesen Bestimmungen, was so grofs ist, dafs es durch die Mittelzahlen, die Kaemtz nach einer gewissen Wahrscheinlichkeitsregel berechnet hat, und welche die sechste Spalte enthält, nur unvollkommen ausgeglichen wird. Alle Formeln, die auf diese Mittelzahlen gegründet werden, können daher nur sehr unsichere Resultate geben, und wir müssen immer noch genaueren Versuchen über diesen Gegenstand entgegensehen.

Mich hat eine einfache mathematische Entwickelung, zu der ich nur *eines einzigen* absolut genauen Versuches bedurfte, auf eine Formel geführt, deren Werthe ich in der siebenten Spalte angegeben habe, und die bei leichter Form eine zu grofse Uebereinstimmung nicht nur mit diesen Versuchsreihen; sondern auch mit anderen Bestimmngen enthält, als dafs ich sie nicht für eine grofse Annäherung an das absolut Genaue halten sollte Deshalb will ich zunächst kurz die Entwickelung derselben mittheilen.

Digitized by Google

Betrachtet man die Mittel aus den Beobachtungen, welche die sechste Spalte enthält; so findet man leicht, dafs sich diese Zahlen einer geometrischen Reihe nähern; denn die Division einer jeden durch die vorhergehende giebt folgende Resultate:

$$\frac{4,62}{2,10}=2,20;\ \frac{10,08}{4,62}=2,18;\ \frac{20,35}{10,08}=2,02 \text{ etc. etc,}$$

Wäre der Quotient überall derselbe, so würde die Reihe genau eine geometrische seyn, und jede Zahl liefse sich dann durch die Formel: $e=am^t$ darstellen, in welcher a die zur Temperatur von o^0, e die zur Temperatur von t Grad gehörige Expansivkraft bedeutete, m aber den Exponenten der Reihe für jeden Grad der Temperatur darstellte. Da die Qotienten aber abnehmen; so bilden die Werthe der Expansionsmaxima eine Reihe, deren Glieder gegen die einer geometrischen immer kleiner werden. Für eine solche Reihe können wir die Formel

$$e=am^{\frac{1}{1+\beta t}}$$

aufstellen und untersuchen, wie sich aus den bekannten Gesetzen über die Verdunstung die einzelnen Gröfsen darin bestimmen lassen.

Es bezeichne b den Barometerstand, bei welchem der Siedepunkt des Thermometers genommen ist; ferner sey n die Anzahl der Grade vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt. Die aufserhalb dieses Fundamentalabstandes liegenden Grade setzen wir der wahren Wärmezunahme proportinal. In diesem Sinne ist die Zahl $-\omega^0$ zu verstehen, welche die Abwesenheit aller Wärme ausdrücken würde, wenn das Quecksilberthermometer 1) so tief sinken und 2) den regelmäfsigen Gang, den es zwischen -25^0 C. und 100^0 C. hat, beibehalten könnte. Wo keine Wärme ist, kann nach den bekannten Verdunstungsgesetzen auch kein Dunst seyn. Sobald also t in $-\omega$ übergeht, verwandelt sich auch e in o, und wir erhalten aus der obigen Formel:

Digitized by

$am^{\frac{-\omega}{1-\beta\omega}}=o$, also $\frac{1}{m^{\frac{\omega}{1-\beta\omega}}}=o$; folglich $m^{\frac{\omega}{1-\beta\omega}}=\infty$

Da nun m, wie die Zunahme der Expansionsmaxima mit zunehmender Temperatur beweiset, immer gröfser als 1 ist, so folgt aus dem letzten Ausdruck:

$$\frac{\omega}{1-\beta\omega}=\infty\text{, also } 1-\beta\omega=o \text{ oder } \beta=\frac{1}{\omega}$$

Substituiren wir diesen Werth in die allgemeine Formel, so erhalten wir:

$$e=am^{\frac{t}{1+\frac{t}{\omega}}}=am^{\frac{\omega t}{\omega+t}}$$

Ist nun, wie oben angenommen, b der Barometerstand des Siedepunktes am Thermometer und n die Zahl der Grade, die beim Siedepunkte vom Gefrierpunkte aus gezählt werden, so mufs wieder nach sehr bekannten Gesetzen $e=b$ werden, wenn $t=n$ ist. Diefs giebt für unsere Formel den Ausdruck:

$$b=am^{\frac{\omega n}{\omega+n}} \text{ und daraus } m=\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{\omega+n}{\omega n}}$$

Wird dieser Werth von m auch noch in den zuletzt für e gefundenen Ausdruck eingeführt, so ergiebt sich nunmehr die Formel:

$$e=a\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{(\omega+n)t}{n(\omega+t)}}$$

in welcher aufser a keine einzige Gröfse durch Expansionsversuche zu bestimmen ist. Denn b bezieht sich auf die Einrichtung und t auf die Beobachtung des Thermometers, ω aber ist eine auf einem anderen Gebiete sehr genau ausgemittelte Gröfse.

Gay-Lussac hat nach einer Angabe, die ich im neuen Gehler II. S. 340. finde, die Expansion des Wasserdunstes $=0{,}18684''$ Par. (0,00578 Met.) sehr genau mit Dalton und Ure und einigen andern Versuchen

Digitized by Google

übereinstimmend gefunden. Da mich meine eigenen mit dem in diesen Annalen (1825, St. II. S. 344.) beschriebenen Apparate angestellten Beobachtungen, die ich mehrere Winter hindurch wiederholt habe, zu demselben Resultate führten, (ich fand immer $2{,}24'''$ Par.) so lege ich diese durch Gay-Lussac bestimmte Expansion als den Werth von a bei meiner Formel zum Grunde. Es ist demnach $a = 0{,}00578$ Met., $n = 100°$ $b = 0{,}76$ Met. und $-\omega$ nach den genausten Versuchen (die (n. Gehler I. S. 633.) für jeden Grad des Quecksilberthermometers eine Wärmezunahme von 0,00375 derjenigen Wärmemenge ergeben, die bei 0° vorhanden ist) $= -266\frac{2}{3} = -\frac{800°}{3}$ C. Bringen wir diese Werthe in die Formel, so erhalten wir für neu französisches Maafs und hunderttheilige Grade folgende Formeln:

$$\text{Log. } e = \frac{23{,}945371\, t}{800 + 3\, t} - 2{,}2960383$$

$$t = \frac{800}{3} \cdot \frac{2{,}2960383 + \text{Log. } e}{5{,}6857520 - \text{Log. } e}$$

Diese Formeln schliefsen sich an alle bisher angestellten Versuche sehr genau an, wie eine Vergleichung der siebenten Spalte der oben angeführten Tafel, welche in Pariser Linien die Werthe derselben angiebt, leicht zeigen kann. Bei den Versuchen, die über den Siedepunkt hinausgehen, mufs natürlich, ehe man e berechnet, die Angabe des Quecksilberthermometers auf Grade der wahren Wärmezunahme reducirt werden, weil nur die letzteren der Entwicklung der Formel bei Bestimmung von $-\omega$ zum Grunde liegen. Die Reduction geschieht nach der in dem vorigen Aufsatze, Seite 121., angegebenen Formel. Die erhaltenen wahren Wärmegrade werden dann als t in Rechnung gebracht. Diese Correction wird um so wichtiger, da eine geringe Temperaturänderung in höheren Graden sehr bedeutende Abweichungen der Expansionen hervorbringt. In der ersten Spalte sind diese Reductionen in Parenthese beigefügt.

Digitized by Google

Will man den allgemeinen Ausdruck

$$e = a\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{(\omega+n)t}{n(\omega+t)}}$$

für andere Thermometerscalen und andere Längenmaafse umwandeln, so mufs zuvor der Werth eines Grades nach der zweiten für t gegebenen Formel berechnet werden, damit daraus der richtige Werth von ω gewonnen wird. Der Werth eines Grades ist nämlich nicht blofs von der Eintheilungszahl n, sondern auch von dem Barometerstande abhängig, bei dem das Thermometer den Siedepunkt erhalten hat. Mit dem Werthe der einzelnen Grade ändert sich aber auch der Werth von ω bedeutend ab.

Gesetzt wir wollten eine Formel entwickeln, nach welcher die Expansionen berechnet werden sollten, die zu Graden gehören, welche ein Reaumursches Thermometer angiebt, das bei 27″ Par. $=324'''$ regulirt ist, so müfsten wir den Werth $324''' = 0{,}73089$ Met. für e in Rechnung stellen, und daraus den Werth von t nach der zweiten Formel berechnen. Wir finden $t = 98{,}932°$. Wir sehen also hieraus, dafs die Expansion des siedenden Dunstes, bei dem das Thermometer den Siedepunkt (80°) erhalten hat, einer Temperatur von 98,932° C. entspricht. Folglich beträgt ein Grad eines solchen Thermometers 1,236625° C. Die Auffindung dieser Zahl, die wir der Kürze wegen mit ϱ bezeichnen wollen, reicht hin, um die Angaben eines solchen Thermometers mit der Rechnung zu vergleichen. Sind τ die beobachteten Grade, so ist die $t = \varrho\tau$ in die Formel zu setzen.

Saussure bediente sich eines solchen Thermometers zur Bestimmung des Siedepunktes auf verschiedenen Höhen. Deluc wandte auch ein solches an, die Resultate ihrer Versuche sind in diesen Annalen (Bd. XVII. 1804. S. 57.) mitgetheilt. Ich wiederhole sie hier, indem ich die Maafse auf das neu französische reducirt und die Berechnung nach meiner Formel hinzugefügt habe.

Digitized by

A. Barometer *e.*	*B.* Thermomet. τ.	Berechnung aus *A. t.*	Berechnung aus *B.* $\varepsilon\tau$.	Differenz beider.
0,43515^m	68,993° R.	85,317° C.	85,320° C.	+0,003
0,53224	73,21	90,480	90,534	+0,054
0,55254	73,93	91,460	91,424	—0,036
0,59166	75,47	93,257	93,328	+0,071
0,62233	76,54	94,596	94,652	+0,056
0,65207	77,45	95,844	95,777	—0,067
0,66306	77,80	96,296	96,209	—0,087
0,70199	79,14	97,859	97,866	+0,007
0,73258	80,07	98,995	99,017	+0,022
0,74590	80,47	99,487	99,511	+0,024
0,75218	80,63	99,719	99,709	—0,010
0,76325	80,93	100,117	100,097	—0,020
0,76952	81,09	100,344	100,278	—0,066
0,77510	81,299	100,541	100,536	—0,004

Die erste und letzte dieser Beobachtungen rühren von Saussure her, und stimmen mit der Formel so genau überein, als nur irgend erwartet werden darf, da das Mittel beider Abweichungen nur die Hälfte vom Tausendtheil eines Grades beträgt. Dafs die Versuche selbst mit grofser Genauigkeit gemacht sind, geht daraus hervor, dafs die Temperatur bis auf Tausendtheile des Grades angegeben ist. In den Berechnungen der Deluc'schen Versuche finden sich fünf negative und sieben positive Abweichungen von der Beobachtung, welches wiederum sehr für die Richtigkeit der Formel spricht. Nie erreicht die Abweichung die Gröfse eines Zehntelgrades und das Mittel sämmtlicher Abweichungen beträgt nicht sieben Tausendtheil eines Grades, so dafs man der Formel von 100 bis 85° abwärts gewifs eine grofse Uebereinstimmung zugestehen mufs. Denkt man sich also zwei Curven, die eine nach der Formel construirt, die andere aus Versuchen hergeleitet, in welchen die Abscissen den Temperaturen, die Ordinaten den Expansionen entsprechen, so wird man, wenn man beide auch nicht als congruent annehmen will, doch eine so grofse Annäherung bei-

Digitized by Google

beider zugestehen müssen, dafs sie $\frac{15}{100}$ des ganzen Abscissenraumes (zwischen den Siedepunkten) hindurch zur einen Seite des Siedepunktes unmerklich abweichen; da sie nun auch wieder bei 0° zusammentreffen, so kann überhanpt die Abweichung nicht bedeutend werden. Diefs zeigt auch die Vergleichung der Tabelle, nach welcher die Formel die Expansivkraft bei 40° R. ein wenig zu hoch anzugeben scheint, jedoch von Arzberger's Versuchen nur um 0,3 Lin. abweicht, dahingegen hinter dem Schmidt'schen Resultate zurückbleibt. Wie grofs aber bei 60° die Uebereinstimmung mit den besseren Versuchen und selbst mit dem von Kaemtz berechneten Mittel sey (0,06 Linien ist die Differenz) ist einleuchtend, so dafs wir also überzeugt seyn können, zwischen dem Fundamentalabstande eine genügende Uebereinstimmung durch unsere Formel zu erhalten, wenn wir auch nicht voraussetzen wollen, dafs sie ein absoluter Ausdruck für das Verdunstungsgesetz selbst sey; was überdiefs auch nur, wenn es geschehen sollte, von der in allgemeinen Zeichen ausgedrückten Formel gesagt werden dürfte, in der allerdings der Werth von a (vielleicht auch von ω) bei erweiterter Forschung eine Berichtigung erfahren könnte. Dafs die Uebereinstimmung auch über dem Siedepunkte sehr grofs ist, zeigt die Beobachtung bei 120° R., wo das Mittel aus Christian's und Ure's Beobachtung nur um $0{,}19^{III}$ abweicht, welches nicht den 8000sten Theil des Werthes der gefundenen Expansion selbst beträgt. Berechnen wir nach der zweiten Formel die Temperaturen zu den Expansionen, welche Taylor in seinen Versuchen gefunden hat, und denen Biot einen Vorzug vor den Dalton'schen zu geben geneigt ist, so finden wir folgende Resultate:

Digitized by Google

Beobachtete Expansion.	Beobachtete Temperatur.	Reduction auf Wärmegrade.	Berechnete Wärmegrade.	Differenz.
0,7617^{m}	100° C.	99°,02	100°,06	+1,04
1,4520	120	118,35	118,66	+0,21
1,9590	130	127,98	127,96	−0,02
2,6361	140	137,63	137,62	−0,01
3,5118	150	147,25	147,42	+0,17
4,5592	160	156,75	156,75	+0,00

Bei der Berechnung der dritten Spalte ist der letzte Versuch als genau übereinstimmend vorausgesetzt, und danach die Bestimmung der wahren Wärmezunahme gemacht worden. Es geben nämlich 160° C. eigentlich 158,36° der wahren Wärmezunahme. Da aber der beobachteten Expansivkraft nach der Formel 156,75° entsprechen, so sind die Thermometergrade in der Voraussetzung reducirt, dafs 158°,36 des Taylor'schen Thermometers (nach der Reduction) eben so grofs sind wie 156,75° wahrer Wärmezunahme. Man sieht, dafs unter dieser Voraussetzung alle Versuche über dem Siedepunkte sehr gut übereinstimmen. Nur der Siedepunkt selbst stimmt mit der Formel nicht gut überein und giebt die Differenz beinah eines Grades; was einiges Mifstrauen entweder gegen diesen Versuch oder gegen die Genauigkeit des angewandten Thermometers einflöfst.

Auf diese Art wird uns unsere Formel selbst ein Mittel zur genauen Vergleichung der bei den Versuchen angewandten Thermometer. Einen auffallenden Beweis davon giebt die Vergleichung der Versuche von Tobias Mayer.

Richtet man die obige Formel so ein, dafs man t in Reaumurschen Graden eines Thermometers bestimmt, das bei 336‴ Par. Barometerstand regulirt ist, so mufs zunächst $e = 336''' = 0{,}75796$ Met. annehmen, dann findet man nach der zweiten Formel $t = 99{,}9291$. Es wird daher ein solches Thermometer 80° zeigen, wenn das

Digitized by Google

Centesimalthermometer 99,9291° zeigt; folglich beträgt 1° R. nur 1,249114° Cent. Da nun $\omega = 266\frac{2}{3}$° C. ist; so werden wir in 80theiligen Graden erhalten $\omega = 213{,}4878$. Setzen wir nun diesen Werth in die allgemeine Formel, so erhalten wir, wenn $b = 336'''$ und $n = 80$ gesetzt wird, folgende beiden Ausdrücke:

$$\text{Log. } e = 0{,}3506511 + \frac{7{,}9817243\, t}{213{,}4878 + t}$$

$$t = 213{,}4878 \frac{\text{Log. } e - 0{,}3506511}{8{,}3323754 - \text{Log. } e}$$

Diese beiden Formeln geben für ein genau reguliertes 80theiliges Thermometer, und Pariser Linien, die betreffenden Temperaturen und Expansionen an, und nach der ersten ist die letzte Spalte der zuerst aufgestellten Tabelle berechnet.

Tobias Mayer stellte zwei Versuche an, um durch genaue Erforschung der Elasticität des Dunstes die Constanten der bekannten von ihm entwickelten Formel zu bestimmen (neue Gehler II. S. 339.). Sie sind in folgender Uebersicht mit meiner Berechnung zusammengestellt.

Quecksilberthermometer.	Expansion.	Reduction auf Luftwärme.	Berechnung der Wärme.
93° R.	614,4''' Par.	92,69	93,88
105	974,4	104,38	105,40

Die ersten beiden Spalten enthalten die unmittelbaren Beobachtungen, die dritte enthält die Reduction der Grade des Quecksilberthermometers auf das Lufthermometer. Mit dieser müfste die vierte Spalte übereinstimmen, wenn die Versuche und die Formel vollkommen richtig wären. Die Gröfsen weichen aber um mehr als einen Grad ab. Wäre diefs ein Fehler des Thermometers, so müfste dasselbe den Siedepunkt nach dem ersten Versuch offenbar bei $\frac{93{,}88}{92{,}69} \cdot 80° = 81{,}03°$ und nach dem

Digitized by

zweiten Versuche bei $\frac{105{,}40}{104{,}38} . 80 = 80{,}79°$ R. gehabt haben. Beide Angaben weichen nur um 0,24° von einander ab. Es folgt also aus unserer Berechnung, dafs der Siedepunkt des angewandten Thermometers etwa bei 80,91 im Mittel, also *höher* zu setzen ist als 80°. Hiemit stimmt Lichtenberg's Angabe (Gilb. Ann. XIV. S. 279.) der den Siedepunkt bei Mayer's Thermometer mit $82\frac{1}{2}°$ bezeichnet fand; wo freilich die Barometerangabe fehlt, auf welche sich die Zahl $82\frac{1}{2}$ bezieht. Es deutet aber darauf hin, dafs die Grade des Mayer'schen Thermometers zu grofs waren, was unsere Rechnung auch beweist, obgleich sie auf eine geringere Abweichung hindeuten.

Aus dem bisher Gesagten geht so viel hervor, dafs die gegebene Formel gewifs auf 20° zu beiden Seiten des Siedepunktes genau mit der Erfahrung übereinstimme. Wir haben dasselbe auch von den Graden zu beiden Seiten des Gefrierpunktes zu zeigen. Die Differenz der Thermometer ist hier von geringem Einflufs, da die Expansionen hier nicht um so bedeutende Gröfsen verschieden sind, wie in der Nähe des Siedepunktes bei kleinen Temperaturveränderungen der Fall ist. Die Tabelle, welche wir zuerst aufgestellt haben, zeigt zwischen 0 und 10° grofse Uebereinstimmung. Es wird dieselbe aber auch durch folgende Versuche von Gay-Lussac, Muncke und mir hinreichend bestätigt; in deren Aufführung ich die Expansionen nur bis zu Hunderteln der Linie angegeben habe. Die erste Spalte enthält die Anfangsbuchstaben des Namens der Experimentatoren.

Digitized by Google

No.	*t.*	*e.*	*é.*	*d.*
G.	—15,7	0,60	0,52	—0,08
M.	10,0	1,08	0,91	—0,17
A.	5,3	1,51	1,41	—0,10
M.	5,0	1,51	1,44	—0,07
M.	0,0	2,04	2,24	+0,20
A.	0,0	2,24	2,24	0,00
A.	+ 4,2	3,35	3,20	—0,15
M.	5,0	3,31	3,41	+0,10
A.	8,4	4,51	4,51	0,00
M.	10,0	5,36	5,28	—0,08
A.	10,2	5,06	5,20	+0,04
A.	12,0	5,71	5,96	+0,25
A.	14,2	6,81	7,07	+0,26
M.	15,0	8,10	7,41	—0,59
A.	16,0	8,07	8,08	+0,01
M.	20,0	11,50	10,72	—0,78
A.	21,8	12,29	12,31	+0,02

Eine Abweichung, die nicht $\frac{1}{10}$ Linie übersteigt, kann füglich unbeachtet bleiben, weil der Beobachtungsfehler (vergl. n. Gehler II. S. 340.) *) hier viel gröfser seyn kann. Demnach würden unter den siebzehn angeführten Beobachtungen 10 vollständig mit der Formel übereinstimmen. Die übrigen weichen nicht über eine halbe Linie ab; und zwar haben Muncke's Versuche da die gröfsesten Abweichungen, wo sich in den meinigen vollkommene Uebereinstimmung zeigt. Ich habe diese Versuche im Winter 1825 zu 26 mit der a. a. O. beschriebenen Geräthschaft gemacht, und unter sehr vielen nur diejenigen hier als zuverlässig aufgeführt, die in mehreren Beobachtungen des kleinen Heberbarometers so übereinstimmende Resultate geben, dafs die Abweichung vom Mittel nicht über $\frac{2}{10}$ Linien beträgt. Wie sehr diese Zahlen gröfstentheils mit den Dalton'schen übereinstim-

*) Es ist am ang. Orte, Z. 16., bei der Angabe des Gay-Lusac-schen Versuches *C* mit *R* zu vertauschen. Der Versuch ist bei —15,7° R. gemacht, wie aus Biot *Precis élem.* hervorgeht.

Digitized by Google

men, habe ich dort auch schon angedeutet. Mit diesen Versuchen stimmt die Formel auch so genau überein, dafs die gröfseste Abweichung $+0{,}26'''$ beträgt. Die Mittelzahl der Abweichung beträgt bei den 9 Versuchen von mir $+0{,}052$, bei den sieben Versuchen von Muncke $-0{,}239$, bei allen siebzehn Versuchen $-0{,}079'''$; so dafs wir auch hier der Formel eine genaue Uebereinstimmung mit den Versuchen zuzuschreiben genöthigt sind. Es mag hier auch noch einer der ersten Versuche dieser Art von Cavendish (1760) erwähnt werden, der bei 72° Fahr. $=17{,}78°$ R. eine Expansion von $9'''$ fand, wo unsere Formel $9{,}21'''$ giebt (vergl. n. Gehler II. S. 316.). Desgleichen wird hier ein nicht ohne Sorgfalt angestellter Versuch von Volta eine Stelle verdienen (vergl. Jahrbuch d. Chem. von Schweigger etc. 1828. Heft 1. S. 99.). Dieser fand bei 64° R. die Expansion 13 Zoll $=156'''$. Unsere Formel giebt $155{,}44'''$, also nur eine Abweichung von $0{,}56'''$. — Zu $58''=696'''$ fand er die Temperatur $96°=95{,}624°$ Wärmezunahme. Unsere Formel giebt 96,91. Die von ihm gefundene Expansion ist in beiden Fällen etwas zu grofs. Doch ist möglich, dafs er die im Versuch, den er a. a. O. nicht genauer beschreibt, gefundenen Expansionen etwas verändert hat, damit er das Gesetz darin auffände, dafs für jede 16° die Zunahme des Druckes sich verdoppele, denn für die 16° unter 80° ist der Druckunterschied nach Volta 15 Zoll, und für die 16° über 80° ist derselbe 30 Zoll. Eine leichte Rechnung zeigt aber, dafs diefs nicht das rechte Gesetz seyn kann; weil es auf eine Reihe führt, in der die Quotienten jedes Gliedes durch das vorhergehende immer zunehmen, da doch, wie oben an dem Werthe von *m* gezeigt wurde, alle Versuche auf eine Abnahme derselben hinführen. Merkwürdig wäre es immer, Volta's Versuchsreihe genauer zu kennen, durch die er unter andern vor Dalton auf das viel besprochene Gesetz geführt wurde, dafs die Expansionsmaxima ver-

Digitized by Google

schiedener Dünste gleich sind, wenn die zugehörigen Temperaturen gleich weit von den Siedepunkten der Flüssigkeiten abstehen, aus denen die Dünste entstanden sind; dafs also ein Grad Wärme bei einer Dunstart dieselbe Veränderung hervorbringe, wie bei einer anderen von ihr ganz verschiedenen, sobald sie nur dieselbe Expansion hat. Ein Gesetz, dem nur eine annähernde Uebereinstimmung mit der Erfahrung beigelegt werden kann.

Zum Beschlufs fügen wir eine genaue Berechnung der Expansionszahlen nach unserer Formel hinzu. Die Angaben des Thermometers t sind 80theilige Wärmegrade und die Angaben der Expansion e Pariser Linien bis auf Temperaturen über 200°, wo dieselben nach Atmosphären bestimmt sind.

t.	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*
—29°	0,125‴	—19°	0,372‴	—9°	0,999‴	0°	2,242‴
—28	0,140	—18	0,415	—8	1,096	1	2,444
—27	0,156	—17	0,457	—7	1,202	2	2,659
—26	0,175	—16	0,506	—6	1,349	3	2,892
—25	0,196	—15	0,572	—5	1,443	4	3,144
—24	0,219	—14	0,617	—4	1,578	5	3,407
—23	0,244	—13	0,681	—3	1,725	6	3,706
—22	0,271	—12	0,750	—2	1,884	7	4,018
—21	0,302	—11	0,826	—1	2,056	8	4,388
—20	0,342	—10	0,908	—0	2,242	9	4,716

t.	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*
10°	5,103‴	20°	10,72‴	30°	21,58‴	40°	40,75‴
11	5,518	21	11,62	31	23,05	41	43,31
12	5,963	22	12,48	32	24,60	42	46,00
13	6,439	23	13,39	33	26,25	43	48,84
14	6,948	24	14,36	34	28,00	44	51,83
15	7,410	25	15,39	35	29,85	45	54,98
16	8,075	26	16,47	36	31,80	46	58,29
17	8,697	27	17,65	37	33,86	47	61,78
18	9,360	28	18,88	38	36,03	48	65,43
19	10,068	29	20,19	39	38,33	49	69,29

Digitized by Google

t.	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e*	*t.*	*e.*
50°	73,33‴	60°	126,4‴	70°	209,7‴	80°	336,0‴
51	77,56	61	133,2	71	219,9	81	351,6
52	82,03	62	140,3	72	231,0	82	367,8
53	86,71	63	147,7	73	242,4	83	384,7
54	91,62	64	155,4	74	254,4	84	401,7
55	96,76	65	163,5	75	266,5	85	419,8
56	102,2	66	172,0	76	279,3	86	439,2
57	107,8	67	180,8	77	292,7	87	458,8
58	113,7	68	190,0	78	306,6	88	479,0
59	119,9	69	199,4	79	321,0	89	500,1

t.	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*
90°	522,0‴	100°	788,4‴	110°	1161‴	120°	1670‴
91	543,4	101	820,4	111	1205	121	1730
92	568,1	102	853,5	112	1251	122	1791
93	592,4	103	887,7	113	1298	123	1854
94	617,7	104	923,1	114	1346	124	1920
95	643,7	105	959,6	115	1396	125	1987
96	670,7	106	997,3	116	1448	126	2056
97	698,6	107	1036	117	1501	127	2118
98	727,5	108	1077	118	1552	128	2200
99	757,5	109	1118	119	1612	129	2275

t.	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*
130°	2352‴	140°	3250‴	150°	4410‴	160°	5888‴
131	2463	141	3353	151	4543	161	6055
132	2513	142	3459	152	4679	162	6267
133	2597	143	3568	153	4818	163	6402
134	2684	144	3679	154	4960	164	6581
135	2771	145	3793	155	5105	165	6764
136	2862	146	3911	156	5255	166	6952
137	2955	147	4031	157	5408	167	7144
138	3051	148	4154	158	5564	168	7339
139	3151	149	4281	159	5724	169	7539

Digitized by Google

t.	e.	t.	e.	t.	e.	t.	e. in Atmosph.
170°	7744‴	180°	10044‴	190°	12859‴	200°	48,24
171	7952	181	10300	191	13172	250	134,8
172	8186	182	10563	192	13488	300	306,4
173	8384	183	10830	193	13816	400	1068
174	8606	184	11103	194	14147	500	2617
175	8833	185	11381	195	14483	600	5145
176	9065	186	11666	196	14828	700	8722
177	9303	187	11955	197	15178	800	13323
178	9544	188	12252	198	15535	900	18868
179	9791	189	12552	199	15898	1000	25224

XI. *Berechnung der von dem Monde bewirkten atmosphärischen Fluth.*

[Aus einer Abhandlung des Hrn. Bouvard über die im Pariser Observatorio angestellten meteorologischen *Beobachtungen*, in den *Mémoires de l'académie royale des Sciences. T. VII. p.* 267.].

In der *Mécanique céleste, Tom. V. p.* 237., und in den Zusätzen zur *Connaissance des tems* für 1826 hat Hr. Laplace *) zur Berechnung der Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre die folgende, aus seiner Theorie der Ebbe und Fluth genommene Formel gegeben:

$$R\cos[2nt+2\pi-2mt-2(m't-mt)-2\lambda] \quad . . \quad (1)$$

*) Nicht überflüssig ist es wohl, aus dieser früheren Abhandlung des grofsen Mathematikers einige Sätze herauszuheben, theils weil sie zu dem gegenwärtigen Aufsatze des Hrn. Bouvard als Einleitung dienen können, theils auch, weil sie einen indirecten Beweis von der Richtigkeit des Laplace'schen Satzes geben, dafs zur genaueren Ermittlung der Zeit und Gröfse der atmosphärischen Monds-Fluth eine sehr grofse Anzahl von Beobachtungen erforderlich ist. Vergleicht man nämlich die Resultate, zu denen Laplace in diesem älteren Aufsatze gelangt ist, mit denen, welche gegenwärtig Hr. Bouvard aufstellt, so ergiebt sich daraus, dafs eine nur um drei Jahre verlängerte Beobachtungsreihe, eine etwas verschiedene Benutzung der Beobachtun-

Digitized by

In dieser Formel sind R und λ unbestimmte Constanten; R hängt von der Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre ab, und λ von der Zeit des Maximums der

gen, und eine etwas abgeänderte Berechnung derselben, die Gröfse der Mondes-Fluth auf mehr als ein Drittel ihres früheren Werthes herabgesetzt, und die Zeit des Maximums derselben am Tage der Syzygie um mehr als eine Stunde verschoben hat. Auch mufs dieser Vergleich nothwendig die Bedenken gegen die Richtigkeit der von Hrn. Flaugergues aufgestellten Sätze (dies. Annal. Bd. 88. S. 312.) erhöhen, obwohl es vielleicht ungerecht wäre sie gänzlich zu verwerfen, wenigstens so weit sie unmittelbares Ergebnifs der Beobachtung sind. — Folgen wir jetzt Laplace.

Die atmosphärische Fluth, sagt derselbe in den *Ann. de chim. et de phys. XXIV. p.* 281., wird von folgenden drei Ursachen erzeugt: 1) Von der directen Wirkung der Sonne und des Mondes auf die Atmosphäre, 2) von der periodischen Hebung und Senkung des Weltmeers, als der beweglichen Basis der Atmosphäre, und 3) von der Anziehung, die das Meer, dessen Gestalt sich periodisch ändert, auf die Atmosphäre ausübt. Diese drei Ursachen entspringen aus denselben Anziehungskräften der Sonne und des Mondes; sie haben also, gleich wie ihre Wirkungen, die nämlichen Perioden wie diese Kräfte, gemäfs dem Principe, worauf ich meine Theorie der Meeresfluth gegründet habe. Die atmosphärische Fluth ist also gleichen Gesetzen unterworfen, wie die Meeresfluth; sie ist wie diese die Vereinigung zweier partieller Fluthen, von denen eine durch die Wirkung der Sonne, und die andere durch die Wirkung des Mondes erzeugt ist. Die Periode der atmosphärischen Sonnen-Fluth ist ein halber Sonnen-Tag, und die der Mondes-Fluth ist ein halber Monds-Tag. Da, zu *Brest*, die Wirkung des Mondes auf das Meer drei Mal so grofs ist, wie die der Sonne, so ist die atmosphärische Monds-Fluth wenigstens doppelt so grofs wie die Sonnen-Fluth. Diese Betrachtungen müssen uns leiten, sowohl bei der Auswahl der zur Bestimmung so kleiner Gröfsen geeigneten Beobachtungen, als auch bei der Art sie zu combiniren, um sie so viel wie möglich dem Einflusse der Ursachen zu entziehen, von welchen die grofsen Barometerschwankungen herrühren,

Der von der Sonnen-Fluth bedingte Barometerstand kehrt an jedem Tage zu derselben Stunde wieder; diese Fluth fällt also mit der täglichen Variation, welche sie modificirt, zusam-

Digitized by Google

Monds-Fluth am Tage der Syzygie mt ist die mittlere Bewegung der Sonne während der Zeit t; $m't$ die mittlere Bewegung des Mondes während derselben Zeit; nt ist

men, und man kann sie daher nicht unter den auf der Pariser Sternwarte gemachten Beobachtungen erkennen. Dieſs ist nicht bei den Barometerständen der Fall, die von der Monds-Fluth herrühren; denn diese richten sich nach den Monds-Stunden, und werden daher erst nach Verlauf eines halben Monats dieselben zu denselben Sonnen-Stunden. Es ist also am vortheilhaftesten, die erwähnten Beobachtungen von halbem zu halbem Monat zu vergleichen, um die Monds-Fluth nachzuweisen. Wenn z. B. am Tage der Syzygie das *Maximum* dieser Fluth um 9 Uhr Morgens eintritt, wird das *Minimum* derselben auf 3 Uhr Nachmittags fallen. Das Gegentheil wird am Tage der Quadratur statt finden. Diese Fluth wird also die tägliche Variation am ersteren Tage vergröſsern, und die am letzteren Tage vermindern, und der Unterschied zwischen diesen Variationen wird das Doppelte des Betrages der atmosphärischen Monds-Fluth seyn. Allein das Maximum dieser Fluth fällt in der Syzygie nicht auf 9 Uhr Morgens, und man muſs daher, zur Bestimmung ihrer Gröſse und der Stunde ihres Eintretens, die Barometerbeobachtungen anwenden, welche an jedem Tage, sowohl in der Syzygie wie in der Quadratur, um 9 Uhr Morgens, am Mittage und um 3 Uhr Abends gemacht worden sind. Man kann auch die Beobachtungen von einer gleichen Anzahl der Tage gebrauchen, welche diesen Phasen vorangehen oder folgen, und zur Bestimmung so delicater Elemente die Beobachtungen des ganzen Jahres hinzuziehen.

Man muſs hier eine wichtige Bemerkung machen, ohne welche es unmöglich seyn würde, eine so kleine Gröſse, wie die Monds-Fluth, unter den groſsen Variationen des Barometers zu erkennen. Je näher die Beobachtungen einander liegen, desto unmerklicher ist die Wirkung dieser Variationen. Bei einem Resultate, welches aus Beobachtungen von einem Tage geschlossen ist, und in dem kurzen Zeitraum von 6 Stunden, ist sie fast Null. Das Barometer ändert sich fast immer mit zu groſser Langsamkeit, um nicht die Wirkung dieser regelmäſsigen Ursachen merklich zu stören. Deshalb ist das mittlere Resultat der täglichen Variationen eines jeden Jahres immer sehr nahe dasselbe, obgleich unter den absoluten Mittelständen des Barometers von verschiedenen Jahren Unterschiede von mehreren Millimetern vorhanden sind; so daſs, wenn man den mittleren Stand um

Digitized by Google

die Umdrehungszeit der Erde, und π die geographische Länge des Ortes, an welchem die Beobachtungen gemacht worden sind. Alle diese Gröfsen sind vom Frühlings-

9 Uhr Morgens von einem Jahre mit dem mittleren Stand um 3 Uhr Nachmittags von einem andern Jahre vergleicht, man oft eine sehr fehlerhafte tägliche Variation, und zuweilen sogar eine vom umgekehrten Zeichen mit der wahren, haben würde. Es ist also wichtig zur Bestimmung sehr kleiner Gröfsen, dafs man sie aus den am nämlichen Tage gemachten Beobachtungen ableite, und aus einer grofsen Anzahl so erhaltener Werthe ein Mittel nehme. Man kann also die Monds-Fluth nur durch ein System von Beobachtungen bestimmen, welche, an jedem Tage, wenigstens zu drei verschiedenen Stunden angestellt sind, übereinstimmend mit dem auf der Pariser Sternwarte befolgten Systeme.

Hr. Bouvard hat die Güte gehabt, aus seinen Registern die Barometerstände auszuziehen, welche am Tage jeder Syzygie und jeder Quadratur, am Tage vor diesen Phasen, und am ersten und zweiten ihnen folgenden Tagen angestellt worden sind. Sie umfassen die acht Jahre vom 1. Oct. 1815 bis zum 1. Oct. 1823. Ich habe nur die Beobachtungen von 9 Uhr Morgens, Mittags, und 3 Uhr Nachmittags gebraucht, und dagegen die von 9 Uhr Abends nicht angewandt, um so viel wie möglich den Zwischenraum der Beobachtungen zu verringern. Ueberdiefs sind die von den ersten drei Stunden genauer zu der festgesetzten Zeit gemacht, als die von 9 Uhr Abends; und da das Barometer zu jenen ersten Stunden durch das Tageslicht beleuchtet ist, so verschwindet der Unterschied, der von den verschiedenen Beleuchtungsweisen dieses Instrumentes entstehen kann. Aus dem Vergleiche meiner Formeln mit dem Resultate dieser zahlreichen Beobachtungen, welche 1584 Tage entsprechen, habe ich für die Gröfse der Monds-Fluth ein Achtzehntel Millimeter gefunden, und für die Zeit ihres Maximums des Abends, am Tage der Syzygie, 3 Uhr und ein Drittel.

Hier vor allem macht sich die Nothwendigkeit fühlbar, dafs man eine sehr grofse Zahl von Beobachtungen anwende, dafs man sie auf die vortheilhafteste Weise combinire, und dafs man eine Methode habe, um die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, dafs der Fehler der erhaltenen Resultate in enge Gränzen eingeschlossen sey; eine Methode, ohne welche man in den Fall kommen könnte, die Wirkungen unregelmäfsiger Ursachen für Gesetze der Natur auszugeben, wie es oft in der Meteorologie geschieht. Ich habe diese Methode in meiner Theorie der Wahr-

Digitized by Google

Aequinoctium gezählt; hienach ist $nt+\pi-mt$ offenbar der Stundenwinkel der Sonne, gezählt vom Mittage; er sey mit h bezeichnet. Die Betrachtung einer grofsen Zahl von Beobachtungen gestattet die Voraussetzung, dafs die Syzygie auf den Mittag falle, als mittlere Epoche der Stunden aller angewandten Syzygien. Man kann gleichfalls voraussetzen, dafs die Declination des Mondes Null

scheinlichkeit gegeben. Durch Anwendung derselben auf die Beobachtungen habe ich das Gesetz der Anomalien bei der täglichen Variation des Barometers bestimmt, und ich habe gefunden, dafs man, ohne einige Unwahrscheinlichkeit, das vorhergehende Resultat nicht allein diesen Anomalien zuschreiben kann. Es ist wahrscheinlich, dafs die atmosphärische Monds-Fluth die tägliche Variation zur Zeit der Syzygien verringert und zur Zeit der Quadraturen vergröfsert, aber innerhalb solcher Gränzen, dafs diese Fluth den Barometerstand nur um ein Achtzehntel Millimeter in plus oder minus schwanken macht. Diefs beweist, wie gering, unter der Breite von Paris, die Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre ist. Obgleich diese Resultate aus 4752 Beobachtungen abgeleitet sind, so zeigt doch die erwähnte Methode, dafs, um ihnen eine hinreichende Wahrscheinlichkeit zu geben, und um ein so kleines Element, wie die atmosphärische Monds-Fluth, mit Genauigkeit zu erhalten, man wenigstens 40000 Beobachtungen anzuwenden habe.

Welchen Einfluſs haben aber respective die erwähnten drei Ursachen der atmosphärischen Fluth auf die Monds-Fluth? Diefs ist schwer zu beantworten. Die geringe Dichte des Meeres in Bezug auf die mittlere Dichte der Erde gestattet nicht, der periodischen Gestaltsveränderung des Meeres einen merklichen Einfluſs zuzuschreiben. Ohne die Hülfsumstände würde, in unsern Breiten, die directe Wirkung des Mondes unmerklich seyn. Zwar haben diese Umstände einen grofsen Einfluſs auf die Höhe der Fluth in unseren Häfen, allein da das atmosphärische Fluidum weit weniger unregelmäfsig über die Erde verbreitet ist, so mufs der Einfluſs derselben auf die atmosphärische Fluth weit geringer seyn, als auf die Meeres-Fluth. Diese Betrachtungen führen mich darauf, in unsern Breiten, die periodische Hebung und Senkung des Weltmeeres als Hauptursache der atmosphärischen Monds-Fluth anzusehen. Tägliche Barometerbeobachtungen in Häfen, wo die Fluth eine grofse Höhe erreicht, würden diesen sonderbaren Punkt in der Meteorologie aufklären.

Digitized by Google

oder sehr klein sey, weil, wie man bald sehen wird, die Wirkung des Mondes ungemein schwach ist. Zur Vereinfachung werden wir überdiefs $q = m't - mt$ setzen; q ist der Unterschied zwischen den täglichen Bewegungen des Mondes und der Sonne, oder die synodische Bewegung, welche die astronomischen Tafeln kennen lehren. Die obige Formel verwandelt sich dadurch in folgende:

$$R\cos(2h - 2q - 2\lambda) \ldots\ldots (2)$$

und diese werden wir anwenden, um den Einflufs des Mondes auf den Barometerstand zu bestimmen.

Am Tage der Syzygie, am Mittage, sind der Stundenwinkel und die synodische Bewegung Null, weil diese Winkel vom Mittage ab gezählt sind; man hat also $h = 0$ und $q = 0$, und die obige Formel wird für diesen Fall:

$$R\cos(-2\lambda) = R\cos 2\lambda.$$

Um 9 Uhr Morgens ist der Stundenwinkel 90°, negativ genommen; q ist gleichfalls negativ, mithin wird die Formel für diesen Augenblick:
$R\cos[-270° - (2\lambda - \frac{1}{4}q)]$ oder $-R\sin(2\lambda - \frac{1}{4}q)$;
endlich hat man für drei Uhr Nachmittags:
$R\cos[90° - (2\lambda + \frac{1}{4}q)]$ oder $R\sin(2\lambda + \frac{1}{4}q)$.
Die drei Ausdrücke für den Tag der Syzygie sind also:

um 9 Uhr Morgens . $-R\sin(2\lambda - \frac{1}{4}q)$
um Mittag . . . . . $+R\cos 2\lambda$
um 3 Uhr Nachmittags $+R\sin(2\lambda + \frac{1}{4}q)$.

Bezeichnet man nun mit A, A' und A'' die Barometerstände, welche zu diesen Zeiten beobachtet worden sind, und mit C, C' und C'' die Barometerstände, welche ohne den Einflufs des Mondes statt gefunden haben würden, so hat man die folgenden drei Gleichungen:

$$C - R\sin(2\lambda - \tfrac{1}{4}q) = A \ldots\ldots (a)$$
$$C' + R\cos 2\lambda = A' \ldots\ldots\ldots (b)$$
$$C'' + R\sin(2\lambda + \tfrac{1}{4}q) = A'' \ldots\ldots (c)$$

Man kann zu dieser Untersuchung auch die zu den Quadraturen gemachten Beobachtungen anwenden, indem

Digitized by Google

man dabei gleichfalls annimmt, dafs, wie bei den Syzygien, der mittlere Augenblick aller Quadraturen auf den Mittag fällt. Erwägt man, dafs am Mittage der Stundenwinkel 90° beträgt, und dafs die synodische Bewegung Null ist, so wird die Formel (2) werden:

für den Mittag . . $R\cos(180^\circ - 2\lambda) = -R\cos 2\lambda$

für 9^h Morgens . . $R\cos[90^\circ - (2\lambda - \frac{1}{4}q)] = R\sin(2\lambda - \frac{1}{4}q)$

für 3^h Abends $-R\sin(2\lambda + \frac{1}{4}q)$.

Es seyen B, B', B'' die Barometerstände für diese drei Zeitpunkte, und es werde auch angenommen, dafs die beobachteten Barometerstände denen gleich seyen, die zu den Syzygien beobachtet wurden, so hat man für die Quadraturen die folgenden drei Gleichungen:

$$C + R\sin(2\lambda - \tfrac{1}{4}q) = B \quad \ldots\ldots (a')$$
$$C' - R\cos 2\lambda = B' \quad \ldots\ldots\ldots (b')$$
$$C'' - R\sin(2\lambda + \tfrac{1}{4}q) = B'' \quad \ldots\ldots (c')$$

Es handelt sich nun darum, diese beiden Systeme von Gleichungen so zu combiniren, dafs man aus ihnen den Werth von R und λ ziehe. Addirt man die Gleichungen (a') und (c), und zieht davon die Summe der Gleichungen (a) und (c') ab, so erhält man:

$$4R\sin 2\lambda \cos \tfrac{1}{4}q = B + A'' - A - B'' \quad \ldots\ldots (3)$$

Vom Doppelten der Gleichung (b) ziehe man das Doppelte der Gleichung (b') ab; die Differenz wird seyn:

$$4R\cos 2\lambda = 2A' - 2B'.$$

Endlich ziehe man von der Summe der Gleichungen (a') und (c') die Summe der Gleichungen (a) und (c) ab, so kommt:

$$-4R\cos 2\lambda \sin \tfrac{1}{4}q = B + B'' - A - A''.$$

Vereinigt man diese beiden letzten Ausdrücke, so hat man:

$$4R\cos 2\lambda(1 - \sin \tfrac{1}{4}q) = 2A' + B + B'' - 2B' - A - A'' \ldots (4)$$

Die Gleichungen (3) und (4) geben den Werth der beiden Unbekannten, in Function der Gröfsen, welche durch die Beobachtungen am Tage der Syzygie und an dem der Quadratur geliefert werden.

Digitized by Google

Aber hier, wie in der Theorie der Meeres-Fluth, kann man auch die Beobachtungen von Tagen vor und nach diesen beiden Phasen anwenden; und um die Formeln allgemeiner zu machen, reicht es hin, den Winkel 2λ um das Glied $2iq$ zu vermehren; alsdann seyen die Gröfsen A, A', ... B, B', ... bezeichnet durch A_i, A'_i ... B_i, B'_i .., wo i negativ ist für die Tage, welche der Syzygie und der Quadratur vorhergehen, und positiv für die darauf folgenden Tage. Die Gleichungen (3) und (4) werden dann zu folgenden:

$$4R\cos\tfrac{1}{4}q\sin(2\lambda+2iq)=A''_i+B_i-A_i-B''_i,$$
$$4R(1-\sin\tfrac{1}{4}q)\cos(2\lambda+2iq)=2A'_i+B_i+B''_i-2B'_i-A_i-A''_i.$$

Macht man zur Abkürzung:

$$4R\sin 2\lambda=x;\quad 4R\cos 2\lambda=q$$
$$e_i=\frac{A''_i+B_i-A_i-B''_i}{\cos\frac{1}{4}q}$$
$$f_i=\frac{2A'_i+B_i+B''_i-2B'_i-A_i-A''_i}{1-\sin\frac{1}{4}q}$$

so erhält man die beiden Endgleichungen:

$$x\cos 2iq+y\sin 2iq=e_i$$
$$y\cos 2iq-x\sin 2iq=f_i.$$

Deren Auflösung giebt:

$$x=e_i\cos 2iq-f_i\sin 2iq$$
$$y=f_i\cos 2iq+e_i\sin 2iq.$$

Aehnlicher Gleichungen kann man so viele bilden, als es Syzygien und Quadraturen giebt, und als i verschiedene Werthe hat. Nennt man n die Anzahl der angewandten Syzygien und Quadraturen, und s die Anzahl der Werthe von i, so hat man ns Werthe von x und ns Werthe von y, aus welchen man nun diejenigen ableitet, welche am vortheilhaftesten sind, d. h. die deren mittlerer möglicher Fehler in plus oder minus der kleinste ist.

In einer Abhandlung, die unter den Zusätzen zur *Connaissance des tems* für 1830 gedruckt ist, hat Hr. Laplace sich auf's Neue mit der Lösung dieser Aufgabe be-

Digitized by Google

beschäftigt, und sie auf die Theorie der Wahrscheinlichkeiten gegründet. Er zeigt daselbst, dafs die obigen Werthe von x und y in folgende, die vortheilhaftesten Bedingungen erfüllende, Werthe verwandelt werden müssen.

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{\sum\left(\frac{e_i \cos 2iq - f_i \sin 2iq}{1+2{,}324 \sin^2 2iq}\right)}{\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324 \sin^2 2iq}\right)}; \\ y &= \frac{\sum\left(\frac{e_i \sin 2iq + f_i \cos 2iq}{1+2{,}324 \cos^2 2iq}\right)}{\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324 \cos^2 2iq}\right)}; \end{aligned}\right\} \quad . . (m)$$

worin das Zeichen Σ die Summe der darauf folgenden Glieder ausdrückt.

Nachdem wir die Formeln zur Berechnung der Wirkung des Mondes auf das Barometer beigebracht haben, bleibt nur noch übrig, zu zeigen, wie wir die Beobachtungen aus den Registern des Observatoriums ausgewählt haben. Die, welche wir für die Syzygien und Quadraturen angewandt haben, sind vom Anfange des Januars 1815 bis zum ersten Januar 1827 angestellt. Während dieses Zeitraumes gab es 298 Syzygien und eben so viele Quadraturen. Jede dieser Phasen ist durch die Beobachtungen von fünf Tagen bestimmt, nämlich durch die von zwei Tagen vor der Phase, durch die vom Tage der Phase selbst, und durch die von zwei Tagen nach der Phase. Die Anzahl dieser regelmäfsig an jedem Tage um 9 Uhr Morgens, am Mittage, und um 3 Uhr Nachmittags gemachten Beobachtungen, beträgt für jede Phase 15, und für sämmtliche zwölf Jahre 8940. Sie finden sich (im Originale) *) in zwei Tafeln, Jahr für Jahr,

*) Wegen Mangels an Raum mufsten diese Tafeln hier fortfallen. Dagegen sind die Mittel der genannten Beobachtungen aus sämmt-

Digitized by Google

reducirt auf die Temperatur 0°, begleitet von den Resultaten, die sich aus ihnen ergeben. In diesen Tafeln läfst sich die tägliche Periode ebenfalls erkennen. Die Gesammtheit der Beobachtungen giebt als mittleren Werth derselben zur Zeit der Syzygien $0^{mm},778$, und zur Zeit der Quadraturen $0^{mm},782$. Das Mittel dieser beiden Gröfsen, $0^{mm},780$, kommt nahe mit dem Werth überein, der sich für dieses Element aus sämmtlichen (von 1816 bis 1826 zu Paris angestellten) Beobachtungen ergiebt **). Am Schlusse der genannten Tafeln finden sich die mittleren Barometerstände, welche zur Bestimmung der Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre gedient haben.

In den vorhergehenden Formeln haben wir mit dem Symbol A_i die mittleren Barometerstände bei den Syzygien bezeichnet, und mit B_i die Stände bei den Quadraturen. Macht man, gemäfs dem oben Gesagten, successiv $i=-2$, -1, 0, $+1$ und $+2$, so erhält man die folgenden Resultate:

$A_{-2}=755{,}941$;	$A_{-1}=756{,}205$;	$A_0=756{,}319$
	$A_1=756{,}177$;	$A_2=756{,}100$
$A'_{-2}=755{,}623$;	$A'_{-1}=756{,}016$;	$A'_0=755{,}989$
	$A'_1=755{,}879$;	$A'_2=755{,}845$
$A''_{-2}=755{,}124$;	$A''_{-1}=755{,}510$;	$A''_0=755{,}396$
	$A''_1=755{,}443$;	$A''_2=755{,}377$
$B_{-2}=756{,}644$;	$B_{-1}=757{,}031$;	$B_0=757{,}057$
	$B_1=756{,}370$;	$B_2=756{,}438$
$B'_{-2}=756{,}368$;	$B'_{-1}=756{,}851$;	$B'_0=756{,}689$
	$B'_1=756{,}079$;	$B'_2=756{,}158$
$B''_{-2}=755{,}918$;	$B''_{-1}=756{,}403$;	$B''_0=756{,}027$
	$B''_1=755{,}573$;	$B''_2=755{,}711$

lichen 12 Jahren, welche zunächst in Betracht kommen, in der folgenden Tafel enthalten und durch die Buchstaben unterschieden, deren Bedeutung in dem Vorhergehenden angegeben ist. *P.*

**) Aus den arithmetischen Mitteln der Barometerstände um 9^h Morgens, 3^h Nachmittags und 9^h Abends, von 1816 bis 1826, findet Hr. Bouvard zu Paris die tägliche Schwankung von 9^h Morgens bis 3^h Nachmittags $=0^{mm},756$, und die von 3^h Nachmittags bis 9^h Abends $=0^{mm},373$. Beides bei 0° C. *P.*

Digitized by Google

Substituirt man für i seine verschiedenen Werthe in e_i und f_i, so hat man:

$$\left.\begin{array}{l} e_{-2} = A''_{-2} + B_{-2} - A_{-2} - B''_{-2} \\ e_{-1} = A''_{-1} + B_{-1} - A_{-1} - B''_{-1} \\ e_0 = A''_0 + B_0 - A_0 - B''_0 \\ e_1 = A''_1 + B_1 - A_1 - B''_1 \\ e_2 = A''_2 + B_2 - A_2 - B''_2 \end{array}\right\} \times \frac{1}{\cos \frac{1}{4} q}$$

und

$$\left.\begin{array}{l} f_{-2} = 2A_{-2} + B_{-2} + B''_{-2} - 2B'_{-2} - A_{-2} - A''_{-2} \\ f_{-1} = 2A_{-1} + B_{-1} + B''_{-1} - 2B'_{-1} - A_{-1} - A''_{-1} \\ f_0 = 2A_0 + B_0 + B''_0 - 2B'_0 - A_0 - A''_0 \\ f_1 = 2A_1 + B_1 + B''_1 - 2B'_1 - A_1 - A''_1 \\ f_2 = 2A_2 + B_2 + B''_2 - 2B'_2 - A_2 - A''_2 \end{array}\right\} \times \frac{1}{1 - \sin \frac{1}{4} q}$$

Die Gröfse q bezeichnet, wie schon gesagt, die synodische Bewegung nach den astronomischen Tafeln; sie geben $q = 12^0\ 11'\ 27''$. Substituirt man diese Werthe in den Tafeln, so findet man:

$$\begin{array}{ll} e_{-2} = -0{,}091129; & f_{-2} = +0{,}007393 \\ e_{-1} = -0{,}067095; & f_{-1} = +0{,}051751 \\ e_0 = +0{,}107152; & f_0 = -0{,}032741 \\ e_1 = +0{,}063090; & f_1 = -0{,}081324 \\ e_2 = +0{,}004006; & f_2 = +0{,}048583. \end{array}$$

Nachdem diese Gröfsen so bestimmt worden sind, braucht man sie nur in den Formeln (m) zu substituiren, um x und y zu finden. Vor der Ausführung dieser numerischen Rechnungen ist es indefs nöthig die Functionen zu entwickeln von denen die Werthe dieser Unbekannten abhangen.

Nimmt man in diesen Formeln an $i = -2$; $i = -1$; $i = 0$; $i = 1$ und $i = 2$, so hat man:

$$\sum \left(\frac{e_i \cos 2iq - f_i \sin 2iq}{1 + 2{,}324 \sin^2 2iq} \right) = \frac{e_{-2} \cos 4q + f_{-2} \sin 4q}{1 + 2{,}324 \sin^2 4q} + \frac{e_{-1} \cos 2q + f_{-1} \sin 2q}{1 + 2{,}324 \sin^2 2q} + e_0 + \frac{e_1 \cos 2q - f_1 \sin 2q}{1 + 2{,}324 \sin^2 2q} + \frac{e_2 \cos 4q - f_2 \sin 4q}{1 + 2{,}324 \sin^2 4q};$$

$$\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324\sin^2 2iq}\right)=1+\frac{2}{1+2{,}324\sin^2 4q}+\frac{2}{1+2{,}324\sin^2 2q};$$

Eben so findet man:

$$\sum\left(\frac{e_i\sin 2iq+f_i\cos 2iq}{1+2{,}324\cos^2 2iq}\right)=\frac{f_{-2}\cos 4q-e_{-2}\sin 4q}{1+2{,}324\cos^2 4q}+\frac{f_{-1}\cos 2q-e_{-1}\sin 2q}{1+2{,}324\cos^2 2q}+f_0+\frac{f_1\cos 2q+e_1\sin 2q}{1+2{,}324\cos^2 2q}+\frac{f_2\cos 4q+e_2\sin 4q}{1+2{,}324\cos^2 4q};$$

und

$$\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324\cos^2 2iq}\right)=\frac{1}{3{,}324}+\frac{2}{1+2{,}324\cos^2 4q}+\frac{2}{1+2{,}324\cos^2 2q};$$

Substituirt man in diesen Formeln die bekannten Grösen, so findet man:

$$\sum\left(\frac{e_i\cos 2iq+f_i\sin 2iq}{1+2{,}324\sin^2 2iq}\right)=+0{,}104697;$$
$$\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324\sin^2 2iq}\right)=+3{,}29667;$$
$$\sum\left(\frac{e_i\sin 2iq+f_i\cos 2iq}{1+2{,}324\cos^2 2iq}\right)=+0{,}030367;$$
$$\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324\cos^2 2iq}\right)=+1{,}97902;$$

woraus man zieht:

$$x=0{,}031758 \text{ und } y=0{,}015344.$$

Um nun die Mondswirkung zu bestimmen, nehmen wir wieder die beiden Gleichungen:

$$x=4R\sin 2\lambda \text{ und } y=4R\cos 2\lambda,$$

aus denen man zieht:

$$2R=\tfrac{1}{2}\sqrt{x^2+y^2}=0^{mm},01763$$

$$tang.\,2\lambda=\frac{x}{y}=64^o\,12'.$$

Digitized by Goog

Dieſs giebt $\lambda = 32^{\circ}\,6'$. Dieser Bogen, in Zeit verwandelt, giebt 2 Stunden 8 Minuten für den Augenblick der gröfsten Fluth am Tage der Syzygie.

Der Zahlenwerth, welchen wir hier $2R$ gefunden haben, ist so klein, *daſs man den Einfluſs des Mondes auf die Atmosphäre, für die Breite von Paris, als unmerklich ansehen kann.* Wahrscheinlich ist er unter dem Aequator beträchtlicher, wo die Barometerstände nicht so stark durch die zufälligen Umstände gestört werden, und wo das Barometer fast keine anderen Variationen als die täglichen Perioden erleidet.

XII. *Notiz über die täglichen Schwankungen des Barometers auf dem groſsen St. Bernhard.*

Aus Hrn. A. von Humboldt's lehrreicher Abhandlung über die täglichen Barometervariationen, welche im vorigen Bande dies. Ann. S. 299. mitgetheilt ist, geht auf das unzweideutigste hervor, daſs in der heifsen Zone die Gröfse dieser Oscillationen sich nur wenig mit der Meereshöhe der Orte ändert, und daſs auf den ausgedehnten Hochflächen des tropischen Amerika's und der indischen Halbinsel die Maxima und Minima zu denselben Stunden eintreten, wie unten an der Küste des Meeres. Groſse Plateaux ändern also nichts oder sehr wenig an der allgemeinen Beschaffenheit dieses merkwürdigen Phänomens. Die Beobachtungen im Kloster auf dem groſsen *Bernhard* schienen jedoch anzudeuten, daſs Orte, die in Päſsen oder auf schmalen Gebirgskämmen liegen, wohl eine Ausnahme von der allgemeinen Regel zeigen könnten; wiewohl die Beobachtungsstunden so unzweckmäſsig gewählt worden waren, daſs, wie auch schon Hr. v. Humboldt in jener Abhandlung bemerkt, die Frage, ob die

Digitized by Google

Oscillationen an solchen Orten mit denen in der Ebene gleichzeitig geschehen, unentschieden bleiben mufste.

Diesem Uebelstande ist aber seit der Zeit abgeholfen. Seit dem Anfange des Jahres 1826 beobachtet man nämlich auf dem *St. Bernhard*, gleichwie in *Genf*, das Barometer zu den Stunden, welche, wenn auch nicht genau, doch sehr nahe die mittleren wahren Wendestunden für diese Breite seyn müssen, und man darf daher den Resultaten dieser Beobachtungen, ihre Richtigkeit vorausgesetzt, wohl einiges Zutrauen schenken, wenn gleich der Zeitraum von zwei Jahren vielleicht zu kurz ist, um mit völliger Sicherheit eine allgemeine Folgerung aus ihnen herleiten zu können.

Aus diesen Beobachtungen, welche sich in der *Biblioth. univers. T.* 34. *p.* 37. und *T.* 37. *p.* 164. befinden, geht hervor, dafs die täglichen Variationen des Barometers, die zu Genf, nach dem Mittel aus den Jahren 1826 und 1827, noch eine Gröfse von 0,355 Par. Lin. besitzen, auf dem St. Bernhard, 1278 Toisen über dem Meere, gänzlich verschwinden. Die Barometerstände um 9 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags sind hier einander fast gleich, oder die letzteren, gegen die Regel, meist um ein Geringes gröfser als die ersten.

Die nachstehenden Tafeln enthalten für beide Stationen die monatlichen Mittel der Barometerstände um 9 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags, so wie deren Differenzen, als Gröfse der täglichen Variationen in den einzelnen Monaten. Die Stände sind auf $+10^{\circ}$ R. reducirt und in Pariser Linien ausgedrückt. Der Raumersparung wegen sind die ganzen Zolle fortgelassen. Um die absolute Gröfse der Stände zu erhalten, hat man zu den in Genf beobachteten 26 Zoll, und zu den auf dem St. Bernhard beobachteten 20 Zoll zu addiren. Das Zeichen + zeigt an, dafs der Stand um 9 Uhr, wie es seyn mufs, gröfser ist als der von 3 Uhr Nachmittags; das Zeichen — bedeutet also das Umgekehrte.

Digitized by Google

Beobachtungen in Genf, 208,77 Toisen über dem Meere.

	1826.			1827.		
	9h.	3h.	Differenz.	9h.	3h.	Differenz.
Jan.	11,042	11,040	+0,002	9,097	9,801	—0,704
Febr.	13,533	13,308	+0,225	10,643	10,252	+0,391
März	10,854	10,304	+0,550	10,784	10,475	+0,309
Apr.	11,389	10,789	+0,600	10,998	10,552	+0,446
Mai	9,553	9,238	+0,315	9,653	8,980	+0,673
Jun.	12,133	11,694	+0,439	10,294	9,652	+0,642
Jul.	11,186	10,766	+0,420	12,375	11,875	+0,500
Aug.	11,681	11,228	+0,453	11,250	10,801	+0,449
Sept.	11,225	10,760	+0,465	11,554	10,825	+0,729
Oct.	11,457	11,018	+0,439	9,814	9,445	+0,369
Nov.	9,256	8,998	+0,258	11,375	11,000	+0,375
Dec.	11,005	10,786	+0,219	12,322	11,903	+0,419

Beobachtungen auf dem St. Bernhard, 1278 Tois. über dem Meere.

	1826.			1827.		
	9h.	3h.	Differenz.	9h.	3h.	Differenz.
Jan.	7,60	7,53	+0,07	6,03	6,54	—0,51
Febr.	10,69	10,74	—0,05	6,86	6,92	—0,06
März.	8,74	8,73	+0,01	8,15	8,13	+0,02
Apr.	9,49	9,56	—0,07	9,19	9,30	—0,11
Mai.	8,62	8,67	—0,05	9,16	9,24	—0,08
Jun.	11,70	11,73	—0,03	9,91	9,99	—0,08
Jul.	11,05	11,40	—0,35	12,64	12,65	—0,01
Aug.	12,45	12,56	—0,11	10,88	10,92	—0,04
Sept.	11,85	11,47	+0,38	10,70	10,65	+0,05
Oct.	10,63	10,63	0,00	9,12	9,01	+0,08
Nov.	6,46	6,59	—0,13	7,92	7,89	+0,03
Dec.	8,09	8,05	+0,04	9,54	9,52	+0,02

Was die Ursache dieser Anomalie betrifft, so ist es vielleicht noch zu früh sich über sie mit Bestimmtheit auszusprechen. Möglich ist es indefs, dafs, wie Hr. d'Aubuisson ausführlicher gezeigt hat (dies. Ann. Bd. 67. S. 277.), die nahe bis gegen 3 Uhr steigende Erwärmung der untern Luftschichten, zufolge welcher über das Niveau eines

Digitized by

in der Höhe befindlichen Barometers mehr Luft hinauftritt, und dieses Barometer also steigen mufs, bei Punkten, wie das Hospiz auf dem Bernhard, der täglichen Variation schon entgegen wirkt; wenigstens ist diese Annahme wahrscheinlicher als die, dafs daselbst die Maxima und Minima dieser Perioden zu ganz andern Zeiten, als zu den gewöhnlichen, eintreten sollten; eine Annahme, die, in Bezug auf Franecker in Holland, noch ganz kürzlich in der *Biblioth. univers. T.* 37. *p.* 284. vertheidigt wird *). Es verdient übrigens noch bemerkt zu werden, dafs, nach stündlichen Beobachtungen, die Hr. Eschmann auf dem *Rigi*, 5520 Fufs über dem Meer, 14 Tage lang angestellt hat, auch dort die täglichen periodischen Barometerveränderungen nicht mehr sichtbar sind, obgleich sie zu Zürch, nach Hrn. Hofr. Horners Beobachtungen, noch sehr regelmäfsig eintreten (*Bibl. univ. T.* 36. *p.* 316.).

*) Es wird daselbst ein Brief von van Swinden mitgetheilt, worin derselbe als das Resultat seiner Beobachtungen zu Franecker aufstellt, dafs daselbst das Barometer von 6 Uhr Morgens bis 1 oder 2 Uhr Nachmittags steige, und von da bis 6 Uhr Abends sinke, um alsdann wieder zu steigen.

Digitized by Google

XIII. *Ueber das Erdbeben in den Rhein- und Niederlanden vom 23. Februar 1828; von P. N. C. Egen.*

(Hiezu die Charte Taf. III.)

Eine kleine Reise, die ich gegen Ende Februars mit Hrn. Prof. Hoffmann aus *Berlin* zu machen die Freude hatte, führte mich an die östlichen Gränzpunkte, welche das Erdbeben kurz vorher noch erreicht hatte. Diefs gab die erste Veranlassung, dafs ich mich um weitere Nachrichten über diefs in unseren Gegenden seltnere Naturereignifs angelegentlicher bemühte.

Es ist mir gelungen, über die Verbreitung des Erdbebens in seinen Hauptrichtungen ziemlich vollständige Nachrichten einzuziehen. Theils wurden mir diese durch die rheinischen und niederländischen Zeitungen, theils durch Privat-Correspondenz und mündliche Mittheilungen geliefert. Ich habe nur solche beachtet, die ich für zuverlässig hielt.

Um die Uebersicht zu erleichtern, habe ich auf einer kleinen Charte die Hauptdata des Erdbebens durch Zeichen darzustellen gesucht. Von allen auf der Charte genannten Oertern liegen mir Nachrichten, dafs dort das Erdbeben verspürt worden sey, vor.

Das Erdbeben trat kurz nach $8\frac{1}{2}$ Uhr Morgens ein. Zwei bis 4 Erschütterungen folgten unmittelbar auf einander, so dafs die Gesammt-Dauer nur wenige Secunden betrug. Nach einem Berichte aus *Loewen* soll dort die Dauer eine Minute gewesen seyn; in *Tirlemont* sollen die Stöfse sogar 7 Minuten lang angehalten haben; in *St. Tron* legt man ihnen eine Dauer von 20 Secunden bei. Obgleich es nun möglich ist, dafs an diesen Orten, die im Centrum der Erschütterungen liegen, ihre Dauer länger war, als anderwärts, so möchte doch die Furcht auf obige Angaben den bedeutendern Einfluls ge-

Digitized by Google

habt haben. In der Regel geben ungeübte Beobachter Gröfse und Zeitdauer von schreckenbringenden Erscheinungen viel zu grofs an. Die gesammelten Erzählungen über Feuer-Meteore liefern dazu vielfache Beweise.

Der Centralpunkt des Erdbebens liegt zwischen den Städten *Brüssel, Loewen, Tron, Glabbeek, Mastricht, Lüttich, Huy, Namur, Waterloo.* Hier wurde das Hausgeräth mit Gewalt von der Stelle gerüttelt; Spiegel, gläserne und porcellanene Gefäfse zerbrachen, Schornsteine stürzten ein; Mauern bekamen Spalten oder wurden ganz niedergeworfen. Die Arbeiter in den Steinkohlengruben um *Lüttich* verliefsen angstvoll ihre Posten. Man hörte in diesen Gegenden ein dumpfes, unterirdisches Rollen, wie wenn ein schwerer Wagen, die Steine zermalmend, über das Strafsenpflaster führe. Auch zu *Quesnoy* hat man ein schwaches Rollen gehört. Aus *Lüttich* und *Wessem* meldet man, dafs starke Windstöfse unmittelbar auf das Erdbeben folgten. Ich habe diesen Grad der Stärke des Erdbebens auf der Charte mit der Zahl 6 bezeichnet. Die so bezeichneten Oerter nehmen einen eliptischen Raum ein, dessen gröfsere Achse von Osten nach Westen gerichtet ist.

Rings um diesen Raum liegen die Oerter, wo noch das Hausgeräth stark geschüttelt wurde, wo Mauern Risse bekamen, wo aber die Schornsteine nicht mehr einstürzten, Menschen nicht umfielen, und der angerichtete Schaden nur unbedeutend war. Diese Oerter habe ich mit der Zahl 5 bezeichnet.

Im weitern Umkreise liegen die Oerter, wo das Hausgeräth noch in einige Bewegung gerieth; wo überhaupt noch das Erdbeben so stark war, dafs es von jedermann bemerkt wurde. Diese Oerter sind auf der Charte mit 4 bezeichnet.

Es sind die Oerter mit 3 bezeichnet, wo die Erschütterungen so stark waren, dafs die Fenster klirrten, die Hausschellen anschlugen und die meisten Menschen noch die Stöfse bemerkten.

Digitized by Google

Die Oerter, wo nur wenige Menschen, die grade dazu in einer günstigen Lage waren, das Erdbeben verspürten, habe ich mit der Zahl 2 bezeichnet. Nahe zusammenstehende Gläser klirrten, kleinere Pflanzen in Töpfe kamen in schwankende Bewegung, aber frei hängende Schellen schlugen nicht mehr an.

Endlich habe ich die Städte, wo nur noch sehr geringe Spuren des Erdbebens bemerklich waren, mit der Zahl 1 bezeichnet *). Sollten diese Spuren wahrgenommen werden, so mufsten die günstigsten Umstände einen aufmerksamen Beobachter finden. Diefs trifft schon seltener zusammen, und wo es sich vereinigte, hält man meistens die Wahrnehmung der öffentlichen Bekanntmachung nicht werth. Daraus ist es erklärlich, warum es mir nicht möglich ist, nachzuweisen, wie weit nach allen Seiten hin die schwächsten Spuren des Erdbebens reichten.

Die Charte enthält noch mehrere Namen ohne Zahlen. An diesen Orten ist zwar das Erdbeben bemerkt worden, es ist mir aber nich möglich gewesen, die Stärke mit Gewifsheit, oder auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit anzugeben.

Eine aufmerksamere Untersuchung der Charte lehrt nun über die Verbreitung des Erdbebens folgendes. Die Stärke der Erschütterungen hat vom Centralpunkte aus in westlicher und nördlicher Richtung schnell abgenommen; im Maasthale und nach dem Rheine zu war die Abnahme weniger schnell. Am weitesten hat sich das Erdbeben im Maasthale aufwärts erstreckt; da die Stöfse zu *Commercy* noch immer sehr merklich gewesen sind, so müssen sie wenigstens bis zu den Quellen der Maas gereicht haben.

*) Der leichtern Uebersicht wegen, habe ich es für passend gehalten, die von dem Hrn. Verf. für die Stärke der Erschütterungen gewählten Zeichen auf der beiliegenden Charte in Farben auszudrücken. Es sind mithin alle Orte, welche die Grade 6 und 5 trugen, mit *Roth* unterstrichen worden, *Blau* bezeichnet die Grade 4 und 3, *Gelb* die Grade 2 und 1. *F. H.*

Digitized by

In östlicher Richtung sind die Erschütterungen bis *Soest* verspürt worden. Diese Richtung bildet einen *zweiten Hauptstrahl* des Erdbebens. Die hier in *Soest* verspürte Erschütterung ist sehr schwach gewesen, sie ist aber mit aller Zuverlässigkeit noch bemerkt worden.

Ein *dritter Hauptstrahl* geht den Rhein hinauf, und möchte bis in die Gegenden von *Mainz* reichen, da in *Coblenz* die Stöfse noch sehr merklich waren.

Zwischen und aufser diesen Hauptstrahlen hin haben sich die Erschütterungen nicht so weit ausgebreitet. In *Münster* ist, wie mich sorgfältige Erkundigungen lehren, keine Spur davon bemerkt worden. Im Bergischen, das die Lücke zwischen dem östlichen und südöstlichen Strahle ausfüllt, hat man nur an der Gränze nach den auf der Charte verzeichneten Oertern hin schwache Spuren des Erdbebens bemerkt *). In *Siegburg*, eine Meile östlich von *Bonn*, hat man nur zweideutige Spuren bemerkt; weiter die *Sieg* aufwärts gar keine mehr. Eine ähnliche Lücke liegt zwischen dem südöstlichen und südlichen Strahle. In *Trier* hat man das Erdbeben nur sehr schwach, in *Luxemburg* und *Saarbrücken* gar nicht verspürt.

Die Angaben über die *Richtung der Stöfse* sind sehr unzuverlässig, sie widersprechen sich oft von ein und demselben Orte. Von vielen Orten sind keine Angaben über diesen Punkt vorhanden. Es scheint, als seyen die Erschütterungen von der Art gewesen, dafs es

*) Unstreitig bleibt es beachtenswerth, dafs auch in dem tief eingeschnittenen Thale der Ruhr, dessen Richtung dem zweiten Hauptstrahle des Erdbebens in geringer Entfernung parallel läuft, die Erschütterungen sich nur bis in die wenig von seiner Mündung in das Rheinthal entfernten Orte fortpflanzten. Die Richtung, welche sie wenig nordwärts so beträchtlich weiter nach O. verfolgten, entspricht sehr nahe dem Laufe der nördlichen Gränze des grofsen niederrheinischen Schiefergebirges, welche ebenfalls sehr nahe auf dem linken Rheinufer mit der oben angegebenen Längenachse des Raumes der stärksten Erschütterungen zusammenfällt. Wohl wäre es daher möglich, dafs dieses geognostische Verhältnifs auf die Wirkungen des Erdbebens einen vorwaltenden Einflufs geübt hätte. *F. H.*

Digitized by Google

schwer hielt, ihre Richtung wahrzunehmen. Am deutlichsten sind immer die Stöfse in den obern Stockwerken wahrgenommen worden; die Richtung der Schwankungen des Hauses hängt nun aber nicht allein von der Richtung der Stöfse, sondern auch von der Bauart des Gebäudes ab, auch darin mag der Grund von den vielen Abweichungen in den Berichten liegen. Nur die drei stärksten Grade mögen auf freiem Felde haben beobachtet werden können. Wo die Berichte sich am bestimmtesten aussprachen, habe ich die Richtung auf der Charte durch einen Pfeil angedeutet. Ich halte aber auch diese Angaben für sehr unsicher.

Ueber die Witterung um die Zeit des Erdbebens besitze ich aus den Niederlanden nur unvollständige Nachrichten. Diesem Mangel kann dadurch einigermafsen abgeholfen werden, dafs mir vollständige meteorologische Beobachtungen von *Paris* und *Soest* vorliegen. Der Gang der Instrumente ist an beiden Orten im Februar sehr gleichförmig gewesen; da der Schauplatz des Erdbebens zwischen ihnen liegt, so kann auf ihm keine wesentlich verschiedene Witterung statt gefunden haben, was auch einzelne Angaben noch weiter bezeugen.

Das Barometer stand Anfangs Februar bis zum 8. zu *Paris* und *Soest* über dem Mittel, das Maximum erreichte es an beiden Orten am 3. Abends (770^{mm},64 und 338^{l},56). Vom 8. bis zum 17. oscillirte es an beiden Orten um's Mittel. Von da an sank es an beiden Orten, so dafs es in *Paris* am 21. Mittags, in *Soest* am 22. und 23. das Minimum des Monats (730^{mm},54 und 326^{l},00, respective 25^{mm} und 7 Linien beiläufig unter dem Mittel) erreichte. Von da an stieg es wieder, so dafs es am 25. Morgens an beiden Orten wieder über dem Mittel stand. Es blieb am langsamen Steigen bis gegen Ende Februar (762^{mm},05 und 335^{l},57).

Im Februar gab es in *Paris* nur am 12., 13. und 14. Frost; Nachtfröste fanden von da bis zum 21. noch

Digitized by Google

statt; bis zum 10. stand das Thermometer hoch, es kam Mittags bis zu 11°,0 C.; bis zum 18. erhob es sich nicht viel über den Gefrierpunkt; von da bis zu Ende des Monats war die mittlere Temperatur Morgens 7°,7 und Mittags 11°,6. In *Soest* hat das Thermometer fast denselben Gang. Erst am 9. Abends trat Frost ein, der für den Tag bis zum 19. anhielt; die Nachtfröste dauerten noch mehrere Tage fort. Vom 19. an stand das Thermometer, ohne dafs man eine Regelmäfsigkeit in seinem Gange bemerken konnte, Morgens ein Paar Grade über Null, Mittags kam es bis zu 9—11 Graden herauf.

Das Haar-Hygrometer zeigte in *Paris*, im Mittel Morgens 87°, Mittags 82°; es finden sich nur wenige Abweichungen von diesem Mittel, und diese nur von wenigen Graden. In *Soest* ist im Verlaufe des Monats 13 Mal ein von mir selbst eingerichtetes Psychrometer, das mit einem corrigirten Daniellschen Hygrometer in den Resultaten nahe genug übereinstimmt, beobachtet worden. Die mittlere Dampfmenge in der Atmosphäre betrug nach diesen Beobachtungen 95 $\frac{0}{0}$ von derjenigen, welche im Maximum hätte vorhanden seyn müssen. In der zweiten Hälfte des Monats stieg die Feuchtigkeit bis zu 90 und 80 $\frac{0}{0}$ hinab. Die Verdunstung betrug im ganzen Monate, wegen der feuchten Luft, nur 9,3 rhein. Linien.

Ueber die herrschenden Winde giebt das Pariser Tagebuch zu unvollständige Auskunft. In *Soest* waren Ost-, Süd-, Südost- und Südwestwinde die vorherrschenden. Am Tage des Erdbebens war hier lebhafter Südwind, eben so in *Paris*; an den beiden vorigen Tagen war hier Ostwind.

Im ganzen Monate waren hier nur 4 heitere und 14 ganz trübe Tage; doch nur 6 Tage, an welchen es regnete, und 3, an welchen es schneite; alle 9 Tage lagen in der ersten Monatshälfte. In *Paris* waren der 20. und 21. heiter, der 22. und 23. wolkig; in *Soest* fand dasselbe statt, an den beiden letzteren Tagen war der Himmel mit Stratus und Gewölk überzogen, dafs mitunter eine zusammenhängende Decke bildete. An Meteorwasser fiel in *Paris* =4^c,330; in *Soest* =15,88 rhein. Linien. Im Januar war die Regenmenge in *Paris* =6^c,300; in *Soest* =39,01 rhein. Linien.

Die folgende Tabelle giebt über den Gang der meteorologischen Instrumente um die Zeit des Erdbebens noch

Digitized by Goog

nähere Auskunft. Die Barometerstände sind auf die Temperatur von 0° reducirt.

Tag.	*Paris.* Barometer. 9h M.	12h.	9h Ab.	Thermometer. 9h M.	12h.	9h Ab.	*Soest.* Barometer. 7h M.	12h.	10h A.	Thermometer. 7h M.	12h.	10h A.
14.	755,68	53,76	18,80	— 3,5 C.	— 0,8	— 0,5	334,20	34,28	32,25	— 8,6 C.	— 3,8	— 8,3
15.	51,35	52,53	53,87	+ 3,5	+ 4,7	+ 0,2	30,40	30,44	30,62	4,4	+ 0,3	1,0
16.	54,60	54,34	54,17	2,5	4,9	0,5	30,86	31,70	32,60	0,6	+ 0,5	5,0
17.	52,07	51,00	47,20	0,1	1,7	+ 1,4	32,96	32,65	31,46	8,2	— 2,0	9,6
18.	44,98	44,97	44,80	0,4	5,5	+ 0,3	30,86	30,01	29,04	— 11,0	— 1,4	— 0,4
19.	43,78	43,70	43,60	1,7	5,7	2,2	28,19	28,13	28,45	+ 1,5	+ 4,4	+ 2,0
20.	43,10	42,24	38,43	2,9	7,3	4,1	29,19	29,23	28,44	1,9	6,5	1,6
21.	33,44	32,84	30,78	6,2	10,2	7,5	27,43	26,88	26,00	1,9	7,3	1,1
22.	32,80	33,48	34,80	5,8	9,3	4,5	26,00	26,10	25,68	3,5	6,6	2,1
23.	38,77	39,56	44,60	4,5	7,0	5,5	26,07	27,93	28,42	2,4	8,5	2,6
24.	53,00	54,57	51,22	5,8	7,2	4,2	31,02	31,73	32,02	3,5	5,3	2,6
25.	59,28	59,26	59,85	8,0	12,0	10,4	35,00	35,41	35,37	1,8	9,6	6,5
26.	60,30	59,97	59,07	12,0	14,2	10,8	35,57	35,74	35,86	7,3	11,6	8,5

Digitized by Google

In *Bonn* war das Wetter am Tage des Erdbebens vorzüglich schön, heiter und windstill; eben so in *Linz*, *Cöln* und *Crefeld*. Das Barometer stand in *Cöln* 6 Linien unter dem Mittel, das Thermometer zeigte 3°,8 C. In *Münstereifel* hat das Barometer seit dem 17. immer unter 324 Linien gestanden, am 21. Abends 316,2, am 22. Mittags 316,5, am 23. Morgens 317,7, das Thermometer 2°,5. Es wehte ein schwacher Südwest, der Himmel war mit durchbrochenen, trüben Wolken bedeckt. In *Coblenz* stand das Barometer am 22. Nachmittags 327,7 (Jahres-Mittel für 1821 =332,3), am 23. Morgens 328,0 (4 Lin. unter dem Mittel). Das Thermometer stand 4°,6. Ein schwacher Wind wehte aus SSO. Das Barometer stand in den Niederlanden ungewöhnlich tief; genaue Angaben fehlen mir von dort.

Ich habe die Nachrichten über die Veränderungen in der Atmosphäre um die Zeit des Erdbebens ausführlich mittheilen wollen, weil ich die Untersuchung über die Wechselwirkung von Erde und Luftkreis für sehr wichtig halte. Windrichtung und Wolkenbildung scheinen mit dem Erdbeben in keinem bemerkbaren Zusammenhange gestanden zu haben. Sehr wahrscheinlich ist es aber, dafs der tiefe Barometerstand, der in seinem Minimum dem Erdbeben unmittelbar vorherging, mit diesem Ereignisse in irgend einer Beziehung stand *). Diese Mei-

*) Aus einer Mittheilung in der *Bibl. universelle*, *T. XXXVII. p.* 209. ersehn wir, dafs der tiefe Barometerstand in den Tagen, welche dem Erdbeben vorhergingen, fast genau zu derselben Zeit als in *Paris* auch zu *Genf* beobachtet worden. Dort trat das Minimum (mit 26″ 0‴,69 bei +10° R.) am 22. Februar um 3 Uhr Nachmittags ein, und das Barometer war dabei so tief gesunken, als man es seit der bekannten Erscheinung vom Februar 1823 (wo es auf 25″ 8‴,36 stand) dort nicht gesehn hatte. Zugleich machen die Hrn. Verfasser darauf aufmerksam, dafs in denselben Tagen heftige Stürme im Süden von ganz Europa herrschten, und führen ein detaillirtes Beispiel von einem am 23. Februar zu *Hyères* an der Südküste von Frankreich

Digitized by Google

Meinung gewinnt noch dadurch sehr an Gewicht, dafs man in der Nacht vom 21. zum 22. März zu *Jauche*, *Jandrin*, *Jandrenauville* und *Loewen* wiederum ein Erdbeben verspürte, während in *Soest* das Barometer am 21. Abends das Minimum des Monats (323,17) erreichte. Das Barometer hatte nämlich um diese Zeit folgenden Gang.

Tag.	Barometer.		
	7^h M.	12^h.	10^h Ab.
18.	334,86	334,45	333,58
19.	28,72	27,38	28,02
20.	28,26	28,16	27,36
21.	..	25,14	23,17
22.	26,83	26,91	27,87
23.	28,03	28,05	29,29
24.	29,87	30,35	30,77
25.	31,73	31,47	31,68
26.	32,31	32,72	32,54

Süd- und Südwestwinde waren in diesen Tagen bei weitem die vorherrschenden; Cumulus und Stratus bedeckten in den Tagen dieses Erdbebens den Himmel; die Temperatur stand ein Paar Grad unter dem Monatsmittel, jedoch war Nachts kein Frost. In *Cöln* stand das Barometer am 21. gegen Abend auf 324,4 (10 Linien unter dem Mittel); auch in den Niederlanden stand es sehr niedrig. Zu *Quesnoy* empfand man am 23. Morgens 10^h einen starken Stofs. Der Barometerstand war 326 Linien, am Himmel hingen einige Wolken, der Wind wehte lebhaft aus SW. Am 21. Abends sah man zu *Loewen* und *Brüssel* viele Blitze die Luft durchkreuzen; auch zu *Quesnoy* sah man am Vorabend des Erdbebens um $7\frac{1}{2}^h$ im nördlichen, wolkenlosen Theile des Himmels

beobachteten aufserordentlich starken Gewittersturm, begleitet von Hagelwetter und Wasserhosen, an, woraus sich zugleich ergiebt, dafs während der Tage vom 20. bis 23. die Atmosphäre dort in hohem Grade beunruhigt war. *F. H.*

Digitized by Google

drei Blitze. Am 23. sah man von *Soest* aus gegen Abend im Süden Wolkenmassen liegen, wie beim aufsteigenden Gewitter.

Es stellt sich nicht klar heraus, ob auch die Temperatur mit dem Erdbeben vom 23. Februar in Beziehung gestanden habe. Die Frost-Periode vom 10. bis zum 19. ging dem Erdbeben nahe voraus. Zur Zeit des Erdbebens war Thauwetter, doch war in hiesigen Gegenden der Frost noch nicht aus der Erde verschwunden. Bis zum 23. traten hier Nachtfröste ein, obschon die Lufttemperatur 1 bis 2° über Null blieb; die Ausstrahlung der Wärme in den heitern Nächten, so wie die gefrorene Erdmasse in geringer Tiefe erkälteten die Erdoberfläche bis unter den Gefrierpunkt.

Es ist schon in diesen Annalen berichtet worden, dafs man in einer Kohlengrube bei *Essen* zur Zeit des Erdbebens bedeutende Schwankungen der Magnetnadel beobachtet hat. Diese Schwankungen, von 180° in horizontaler, und von beträchtlicher Stärke in verticaler Richtung, hingen nach höchster Wahrscheinlichkeit von mechanischen, nicht von dynamischen, Einwirkungen ab. Ein Blick auf die Charte lehrt, dafs die Erschütterungen in der Gegend von *Essen* auf freiem Felde und in der Erde, wenn nicht sehr bewegliche Gegenstände beobachtet werden konnten, unbemerkbar waren. Es unterliegt aber gar keinem Zweifel, dafs sie in den Kohlengruben eben so stark waren, als auf der Erdoberfläche. An allen Punkten, wo das Erdbeben sich stark genug äufserte, um leicht bemerkt zu werden, hat man die Erschütterungen auch in den Bergwerken verspürt. Jene Schwankungen der Magnetnadel waren ganz so beschrieben, wie eine Erderschütterung sie bewirken mufste. Hätten elektrische Ströme die Ablenkungen verursacht, so würden sie sich ganz anders gezeigt haben.

Aus *Cöln* wird berichtet, dafs dort an einer feststehenden Magnetnadel von 6 Zoll Länge kurz nach dem

Digitized by Google

Erdbeben die Declination um 4° vermindert worden sey. Nachdem der Beobachter die Nadel ein Paar Mal um ihren Mittelpunkt gedreht habe, sey die Verminderung auf 3° zurück gegangen; am 29. Febr. habe sie noch 1° betragen. Diese Verminderung sey nun fortwährend dieselbe geblieben, bis zum 21. März, wo sie wieder zu 3° angewachsen sey. Obschon an diesen Beobachtungen das Ungenaue nicht zu verkennen ist, so mögen sie doch nicht ganz falsch seyn. Ihre Ursache liegt höchstwahrscheinlich in der durchgreifenden Erschütterung, welche ein Erdbeben bewirkt. Den festesten Gegenständen, besonders Gebäuden und den Sachen in Gebäuden, kann dadurch leicht eine azimuthale, auf längere Zeit oder für immer dauernde, Verdrehung gegeben werden. Dafs durch Erdbeben Veränderungen im Erdmagnetismus eintreten können, will ich nicht bestreiten, um sie aber nachzuweisen, dürfen nur solche Beobachtungen für zulässig erachtet werden, auf welche die Erschütterungen nicht mechanisch einwirken konnten. Beim Bergamts-Locale in *Essen* ist ein Declinatorium angebracht, das täglich beobachtet wird; die amtlichen Berichte, in denen mit ruhmwürdiger Genauigkeit auf alle Umstände des Erdbebens Rücksicht genommen ist, melden von keiner Aenderung in der Declination der hier aufgestellten Nadel.

Als Folge des Erdbebens hat man die Senkung eines Theils des *Kerselaar*-Berges dicht bei *Oudenarde*, die gegen den 25. März eintrat, ansehen wollen. Etwa 30000 Quadrat-Meter Fläche hat an dieser Senkung Theil genommen. Gegen Anfang April währten die Verrückungen des Bodens noch fort. Der Boden ist nach allen Richtungen geborsten, und bildet ein trocknes Becken mit wellenförmigem Boden. Auch an der *Sieg*, eine starke Meile oberhalb *Siegburg*, hat sich gegen die Mitte des Aprils ein Bergsturz ereignet, der dem Erdbeben zugeschrieben wird, obschon es in bemerkbaren Erschütterungen bis dahin nicht reichte. Gegen den 20. März begann ein neuer heftiger Ausbruch des Vesuvs.

Digitized by Google

XIV. *Ueber das schwarze kohlensaure Kupferoxyd; von Hrn. Gay-Lussac.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XXXVII. p.* 335.)

Die HH. Colin und Taillefert haben angegeben, dafs das blaue und grüne kohlensaure Kupferoxyd, beim Kochen mit Wasser, das mit ihm verbunden gewesene Wasser abgebe und schwarz werde, ohne dabei seine Kohlensäure zu verlieren. Als ich diefs schwarze kohlensaure Kupferoxyd nach der Vorschrift der HH. Colin und Taillefert bereiten wollte, erhielt ich zwar eine dunkel braunschwarze Substanz, die aber, mit Salpetersäure übergossen, keine oder eine höchst unbedeutende Menge Kohlensäure lieferte. Der Versuch, mit mehreren Arten von kohlensaurem Kupfer und selbst mit dem englischen Kupferblau *) wiederholt, gab beständig dasselbe Resultat. Setzt man das Sieden nur bis zu dem Moment fort, wo das kohlensaure Kupfer schwarz wird, so findet noch ein Aufbrausen mit den Säuren statt, aber ein weit schwächeres, als vor dem Sieden. Läfst man es aber einige Stunden lang sieden, so löst sich das schwarze Pulver ohne Gasentwicklung in Säuren auf.

Das essigsaure Kupfer zersetzt sich ebenfalls beim Sieden; die Essigsäure entweicht, und ein braunes Pulver, welches nur Kupferoxyd ist, bleibt zurück.

Der Niederschlag, den kohlensaures Natron in einem Ueberschufs von schwefelsaurem Kupferoxyd hervorbringt, ist ein basisch schwefelsaures Kupferoxyd, das sich beim Sieden nicht verändert. Beim Sieden des kohlensauren Zinkoxyds mit einer Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd, bildet sich auch ein basisch schwefelsaures Salz; ich werde künftig die Wirkung einiger Salze auf die kohlensauren Salze zum Gegenstande eines besondern Aufsatzes machen.

*) Eine Verbindung von kohlensaurem Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat, deren Bereitung ein Geheimnifs gewisser englischer Fabrikanten ist. *P.*

Digitized by Google

XV. *Ueber den Nickelglanz am Harze, auf der Grube Fürstin Elisabeth Albertine bei Harzgerode; von J. C. L. Zinken.*

Auf der Grube Albertine bei Harzgerode, welche vor hundert Jahren in bedeutendem Betriebe war, und nachdem sie an achtzig Jahre auflässig gewesen, seit einigen Jahren wieder aufgenommen wird, fand ich vor einigen Wochen unter den in der Halde zerstreuten Erzen sehr ausgezeichnetes Nickelerz, welches sich bei vorläufiger Untersuchung als eine Verbindung von Schwefel- und Arseniknickel mit Kobalt und Eisen darthat, weshalb ich nicht anstehe es vorläufig dem Nickelglanze zuzuzählen, welcher zu Loo's Kobaltgruben in Helsingland in Schweden vorkommen soll (Hisinger's Geographie von Schweden, von Wöhler übersetzt. Leipz. 1826. p. 230.), bis eine genaue Analyse darüber entscheidet, ob diese Bestimmung richtig sey.

Da aufser wenigem Kupfernickel und vielleicht Schwefelnickel (Haarkies) dieses Nickelvorkommen das erste des Harzes ist, so möchte es nicht uninteressant seyn, so viel sich jetzt über das geognostische Vorkommen sagen läfst, einige Notizen davon zu geben. Die Grube Albertine, auf dem Feld- und Quellenzuge bei Harzgerode belegen, baut auf einem kurzen Erzmittel eines hor. 8 bis 9 streichenden Ganges, welcher gegen Südwest einfällt. Die Gangmasse ist Spatheisenstein, Kalkspath, Flufsspath, Quarz mit einbrechendem Bleiglanz, Blende, Schwefel und Kupferkies; selten etwas Fahlerz und Bournonit. Der Quarz ist bei weitem vorwaltend, weshalb die Geschicke im Allgemeinen strenge genannt zu werden verdienen. Es streichen mit dem Gange gleich und ablaufend noch mehrere Trümmer, ähnlich wie auf den übrigen Gruben hiesigen Revieres, wovon eins im Hangenden derben Kalk-

Digitized by Google

spath führend, bis jetzt für das bedeutendste gehalten werden kann. Ein solches Trum, wahrscheinlich im Hangenden des Ganges, welches man noch nicht kennt, scheint auch den Nickelglanz zu führen, wovon ich in den übrigen Erzen keine Spur habe finden können. Die Salbänder dieses bis zu 4″ mächtigen in Thonschiefer aufsetzenden Trumes bestehen aus Spatheisenstein bis zu 1 Zoll mächtig; das Innere des Trumes ist mit Nickelglanz, Kalkspath und wenig Quarz ausgefüllt. Niemand wird hier die grofse Aehnlichkeit des Vorkommens zwischen dem Nickelglanz und dem Siegenschen Nickelspiefsglanzerze verkennen.

Der Nickelglanz hat sich vor dem Löthrohre folgender Gestalt verhalten. In einer Glasröhre geröstet, decrepitirt er unbedeutend, wodurch er sich von dem Loos'schen Nickelglanz nach Hisinger's oben citirter Angabe unterscheidet. Die Probe riecht zuerst nach schwefliger Säure, und es bilden sich kleine Krystalle von arseniger Säure, dann aber sogleich Schwefelarsenik, und die Probe riecht stark nach metallischen Arsenik, sie wird dunkel graubraun und verliert den Metallglanz.

Auf Kohle geröstet, dampft er eine Zeit lang und riecht nach Arsenik, wobei er sich sehr leichtflüssig zeigt und bei der geringsten Vermehrung der Hitze zu einer Kugel schmilzt.

Die geröstete Probe mit Borax geschmolzen wird grüngelb, und es scheidet sich ein Metallkorn, welches ähnlich wie Glockenspeise aussieht, und sich bei fortgesetztem Blasen unaufhörlich mit einem Häutchen überzieht. Hiebei wird auch die Probe dunkelgrün in's Blaue, endlich verschwindet das Grüne gänzlich und ein etwas schmutziges Schmalteblau tritt hervor, welches nun bleibt.

Trennt man das Metallkorn von der Boraxschlacke und setzt es mit neuem Borax dem Oxydationsfeuer aus, so bildet sich langsam ein schönes klares Axinit (nelken)-braunes Glas, welches bei stärkerm Blasen grau und

Digitized by Google

undurchsichtig wird, sich aber wieder klar blasen läfst und dann heller wird. Kobaltreaction habe ich dabei nicht hervorbringen können.

Die Krystallisation scheint ein gerades rechtwinkliges 4seitiges Prisma, mit abgestumpften Ecken und daraus hervorgehenden Modificationen, der Blätterdurchgang 3fach parallel den Krystallflächen, jedoch nicht ganz so ausgezeichnet wie beim Bleiglanz. Die Farbe ist fast die des Arsenikkieses, öfters buntfarbig angelaufen. Specifisches Gewicht ist 6,3 bei 13° R. Die zum Wägen angewandten Stücke waren durch Salzsäure von allem Kalkspathe gereinigt.

Nachschrift. Hr. Bergrath Zinken hatte die Güte, mir kleine Bruchstücke und Krystalle des Nickelglanzes vom Harze zu schicken. Ich habe die Krystalle gemessen, und fand, dafs die Abstumpfungsflächen der Ecken des geraden rechtwinklig 4seitigen Prisma's gleich und immer sehr nahe unter einem Winkel von 125°15′ gegen alle Flächen, die die Ecken bilden, geneigt waren, so dafs die Krystalle also Würfel sind mit abgestumpften Ecken oder Combinationen des Würfels und Octaëders. Die Blätterdurchgänge gehen parallel den Würfelflächen und sind sehr deutlich. Die Krystallflächen sind stark glänzend von Metallglanz, die Würfelflächen aber nicht sehr glatt, die Octaëderflächen glatter. Die Härte war bei den kleinen Stücken vielleicht nicht mit völliger Sicherheit zu bestimmen, doch ritzten sie noch Apatit, und ihre Härte ist daher 5,5. Das spec. Gewicht mehrerer kleinen Bruchstückchen fand ich bei 16° R. =6,097, was ziemlich übereinstimmt mit der Angabe von Pfaff, der das spec. Gew. des Nickelglanzes von Loos 6,129 gefunden hat. Dieser letztere ist, so viel mir bekannt, nur derb mit feinkörnig abgesonderten Stücken vorgekommen, das Harzer Vorkommen übertrifft jenen daher an Vollkom-

Digitized by Google

menheit der Ausbildung bei weitem, und Herr Bergrath Zinken, dem die Mineralogie die Auffindung schon so mancher neuer und interessanter Mineralien am Harze verdankt, wie die der Selenerze und des Zinkenits, hat sich daher um sie wieder ein neues Verdienst erworben.

Berzelius hat den Nickelglanz von Loos analysirt, und gefunden, dafs seine chemische Zusammensetzung durch die Formel $NiS^2 + NiAs^2$ zu bezeichnen ist. Für den Glanzkobalt hat Berzelius nach der Analyse von Stromeyer die Formel $CoS^2 + CoAs^2$ aufgestellt, so dafs also beide Mineralien eine ganz analoge chemische Zusammensetzung haben. Die Krystallformen des Glanzkobaltes sind aber auch wie die des Nickelglanzes Verbindungen des Würfels und Octaëders, zu denen freilich noch sehr häufig das Pentagonal-Dodecaëder hinzutritt, das beim Nickelglanz noch nicht beobachtet ist. Da aber auch die Blätterdurchgänge in beiden Mineralien mit gleicher Vollkommenheit parallel den Flächen des Würfels gehn, so ist doch anzunehmen, dafs beide Substanzen isomorph sind, und es ist wahrscheinlich, dafs bei häufigerm Vorkommen des krystallisirten Nickelglanzes sich auch noch die Flächen des Pentagonal-Dodecaëders bei ihm finden werden.

Mit dem Nickelglanz ist seiner Structur und Mischung nach das *Nickelspiefsglanzerz* sehr nahe verwandt. Man kennt zwar von diesem seine Krystallform nicht, doch kommen im Siegenschen auf der Grube Landeskrone sehr deutlich blättrige Abänderungen vor, die 3 Blätterdurchgänge haben, die sich unter rechten Winkeln schneiden, und dem Ansehn nach von ganz gleicher Vollkommenheit sind, also wahrscheinlich wie beim Nickelglanz und Glanzkobalt parallel den Flächen des Würfels gehn. Seiner chemischen Zusammensetzung nach besteht er nach den Analysen von Ullmann und Klaproth aus:

Digitized by Google

Nickel.	Antimon.	Arsenik.	Schwefel.	Kobalt.
26,10	47,56	9,94	16,40	—
25,25	47,75	11,75	15,25	Spur

während der Nickelglanz nach Berzelius besteht aus:

Nickel.	Antimon.	Arsenik.	Schwefel.
29,94	—	45,37	19,34

ferner aus 0,92 kupferhaltigem Kobalt, 4,11 Eisen und 0,90 Kieselerde. Es ist daher wahrscheinlich das Nickelspiefsglanzerz, wie der Nickelglanz eine Verbindung von Schwefelnickel mit Arseniknickel ist, nur dafs bei jenem der Arseniknickel zum grofsen Theil durch Spiefsglanznickel ersetzt ist. Etwas ähnliches findet nach einer Reihe von Analysen, die mein Bruder mit den verschiedenen Fahlerzen vorgenommen, aber noch nicht bekannt gemacht hat, auch bei diesen Mineralien statt, wo auch sehr häufig Antimon durch Arsenik ersetzt wird, wenn gleich die Verbindungen in den Fahlerzen anderer Art und Schwefelverbindungen sind, wie das Rothgültigerz und der Zinkenit.

Es findet sich noch ein Mineral, das seiner chemischen Zusammensetzung nach hieher gehört. Diefs ist der harte Arsenikkies (Mohs prismatischer Arsenikkies)*), für dessen chemische Zusammensetzung Berzelius nach Stromeyer's und Chevreul's Analysen die Formel $FeS^2 + FeAs^2$ aufgestellt hat; die also eine ganz ähnliche ist, wie die des Nickelglanzes und des Glanzkobalts. Da aber die Krystallform des Arsenikkies eine ganz andere ist, wie die jener Mineralien, so müssen wir Arsenikkies und Glanzkobalt als dimorphe Substanzen betrachten, die sich gegen einander verhalten wie Kalkspath, oder passender noch, wie Spatheisenstein und Arragonit, wie Augit und Tafelspath u. s. w. *Gustav Rose.*

*) Der weiche Arsenikkies von Reichenstein etc. (Mohs axotomer Arsenikkies) ist von jenem auch seiner chemischen Zusammensetzung nach ganz verschieden, und besteht hauptsächlich nur aus Eisen und Arsenik, wie auch schon Klaproth gezeigt und mein Bruder durch eine neuerlich damit angestellte Analyse bestätigt hat.

Digitized by

XVI. *Ueber die Winkel des Quadratoctaëders beim Honigstein; von Gustav Rose.*

In Schweigger's Jahrbuch der Chem. und Phys. für 1828, Bd. I. S. 356., befindet sich eine neue Bestimmung des Quadratoctaëders des Honigsteins von Breithaupt, nach welcher die Winkel in den Seitenkanten 86° 59′ bis 87° betragen. Dieser Winkel ist mit dem Reflexionsgoniometer gemessen; Breithaupt berichtigt ihn nach einer theoretischen Ansicht auf 86° 59′ 43″, und berechnet danach den Winkel in den Endkanten zu 121° 44′ 59″. Auch mit dem Anlege-Goniometer fand er jenen Winkel 87°, und behauptet, man könne schon mit den bloſsen Augen sehen, daſs er kleiner als ein rechter sey. Von Haüy sind aber jene Winkel zu 93° 22′ und 118° 4′ angegeben, so daſs sich also Haüy bei dem ersten Winkel um 6° 22′ 17″, bei dem zweiten um 3° 40′ 59″ geirrt hätte. Breithaupt fand es selbst wenig wahrscheinlich, daſs Haüy sich bei Krystallen, die doch hinreichend groſs und glattflächig vorkommen, um sich zu Messungen mit dem Anlege-Goniometer zu eignen, so vermessen haben sollte, und vermuthet daher, daſs Haüy den Winkel in den Seitenkanten mit dem verwechselt habe, den 2 in den Endecken gegenüberliegende Flächen mit einander bilden, wo dann der Unterschied nur 0° 22′ betragen würde.

Daſs hier ein Irrthum obwalten müsse, erkannte ich gleich, denn theils hatte ich selbst Messungen am Honigstein angestellt, die mit den Haüy'schen im Ganzen übereinstimmten, theils waren auch die Haüy'schen Messungen durch Kupffer bestätigt, der jene Winkel von 93° 5′ und 118° 13,5′ fand *), Winkel, die bis auf 1′ übereinstimmen; denn berechnet man den erstern Winkel aus

*) *Annal. de chim et de phys. T. XXV. p.* 353.

Digitized by Google

dem letztern, so findet man ihn zu 93° 6′. Da es indefs wohl seyn könnte, dafs unter dem, was man Honigstein nennt, mehrere Species enthalten wären, von denen eine die Breithaupt'schen Winkel hätte, so habe ich die besten Krystalle, die sich in der Königl. Mineraliensammlung in Berlin fanden, gemessen, aber stets einen Winkel von ungefähr 93° erhalten. Es ist bekannt, dafs sich die Winkel beim Honigstein nicht zu sehr scharfen Messungen eignen, da die Flächen sehr häufig etwas gebogen sind, und so die Messungen in den verschiedenen Endkanten und Seitenkanten selten unter einander übereinstimmen. Auch habe ich keinen Krystall gefunden, bei welchem ich z. B. die Winkel in allen 4 Seitenkanten mit gleicher Genauigkeit hätte messen können. Nach einer Messung, die ich für die beste halte, fand ich den Winkel in einer Seitenkante 93° 6½′ und in einer Endkante 118° 25′. Beide Winkel stimmen nicht überein, berechnet man den letzteren aus dem erstern, so findet man ihn von 118° 15′, und berechnet man den erstern aus dem letztern, so findet man jene von 92° 46′. Das Mittel von 93° 6½′ und 92° 46′ ist 92° 56¼′, wonach der Winkel an den Endkanten 118° 21′ beträgt. Bei einem zweiten Krystall fand ich den Winkel in einer Seitenkante 93° 15′ und in einer Endkante 118° 23′. Bei einem dritten den Winkel in einer Seitenkante 93° 1¼′ und den in einer Endkante 118° 4′, und so stets den erstern Winkel nie bedeutend unter 93°, und den letztern Winkel nie unter 118°. Es ist also hienach schwer zu sagen, wovon der Unterschied in den Messungen von Breithaupt herrührt.

Digitized by Google

XVII. *Ueber die Zersetzung des Ammoniaks durch Metalle; von Hrn. Felix Savart.*

(*Ann. de chim. et de phys. XXXVII. p.* 326.)

Man weifs seit langer Zeit, dafs verschiedene Metalle, wie z. B. Kupfer und Eisen, bei starker Erhitzung die Fähigkeit erlangen, das Ammoniak in seine Elemente zu zerlegen. Bisher glaubte man, dafs bei dieser Zerlegung die Metalle an Gewicht weder zu- noch abnähmen; man hatte nur beobachtet, dafs sie sehr spröde wurden, und meinte, dafs diefs von einer blofsen Veränderung der gegenseitigen Lage ihrer Theilchen herrührte. Da es zur Vervollständigung meiner Untersuchung über die Elasticität erforderlich war, mich zu versichern, dafs die Metalle bei ihrer Einwirkung auf Ammoniakgas wirklich keine Gewichtszunahme erleiden; so suchte ich die Richtigkeit dieser Angabe dadurch auf die Probe zu stellen, dafs ich gröfsere Metallmengen als bisher der Operation unterwarf. Hiebei schien es mir, dafs das Gewicht des Metalls um eine nicht zu vernachlässigende Gröfse zunahm.

So z. B. wogen 141^{g},91 eines ungefähr 4 Millimet. dicken Kupferdrahts, nachdem sie 4 Stunden lang auf das Ammoniakgas zersetzend eingewirkt hatten, 142^{g},382; sie hatten also 0^{g},472 an Gewicht zugenommen. Da sich die Kupferdrähte ein wenig oxydirt hatten und es zu fürchten stand, dafs die Gewichtszunahme, wenigstens zum Theil, von der Absorption des Sauerstoffs herrührte; so wiederholte ich den Versuch mit einem 28^{g},86 wiegenden Kupferdraht, und traf dabei alle Sorgfalt, dafs das Ammoniakgas völlig trocken war und ohne Unterbrechung hinüberstrich. Als der Draht, nach Beendigung der Operation, auf's Neue gewogen wurden, fand sich sein Gewicht gleich 28^{g},965; mithin hatte das Metall 0^{g},105 oder

Digitized by Google

ungefähr $\frac{1}{275}$ seines Gewichts von einer unbekannten Substanz absorbirt, statt dagegen beim vorgehenden Versuch die Absorption nur $\frac{1}{300}$ betrug.

Ueber die Eigenschaften des Kupfers, welches auf solche Weise das Ammoniakgas zersetzt hat, habe ich den vorhandenen Angaben nichts hinzuzufügen; nur mufs ich bemerken, dafs ich das specifische Gewicht des Metalls vor der Operation gleich 8,8659, und nach derselben nur gleich 7,7919 gefunden habe.

Das Eisen zeigt unter gleichen Umständen genau dieselben Erscheinungen, nur ist die Gewichtszunahme weniger beträchtlich. Ein $40^{s},135$ wiegender Eisencylinder z. B. wog, nachdem er 9 Stunden lang auf einen Strom von völlig trocknem Ammoniakgas zersetzend eingewirkt hatte, $40^{s},195$, also $0^{s},06$ mehr als vorhin, so dafs die Absorption nur $\frac{1}{669}$ betrug. Diefs Resultat stimmt ziemlich gut mit einem ähnlichen Versuch von Hrn. Thénard, bei welchem 25 Grm. Eisen, nachdem sie 24 Stunden lang das Ammoniakgas zersetzt hatten, eine Zunahme von 0,05 Grm. zeigten, da in diesem Falle, wo die Berührung lange gedauert hatte, die Absorption $\frac{1}{500}$ betrug.

Was die physischen Eigenschaften des so mit Ammoniak behandelten Eisens betrifft, so sind sie auf eine sehr merkwürdige Weise verändert. Wie man beobachtet hat, ist diefs Eisen spröder als das gewöhnliche; allein, läfst man es nur eine oder zwei Stunden mit dem Gasstrome in Berührung, so ist es im Bruche sehr verschieden von dem gewöhnlichen Eisen, und dagegen einem sehr feinen Stahle ähnlich. In diesem Zustande ist das Eisen der Härtung fähig; auch schlägt es Funken am Feuerstein, wie gewöhnlicher Stahl. Wenn dagegen die Wirkung des Gases auf das Eisen längere Zeit, z. B. 8—10 Stunden, gedauert hat, so werden die Eigenschaften desselben durch die Härtung nicht mehr geändert, und es scheint beim Feilen weicher als das Eisen selbst; im Bruche ist es schwarzgrau, und sein Korn ähnelt gewissermafsen dem

Digitized by Google

des Graphits. Das specifische Gewicht eines Eisendrahts von 5 Mill. Durchmesser, der 9 Stunden lang dem Gasstrome ausgesetzt worden, betrug 7,6637, wogegen es vor der Operation 7,788 gewesen war *).

Aus diesen Versuchen scheint also hervorzugehen, dafs bei der Zersetzung des Ammoniaks durch Metalle eine Substanz absorbirt werde und sich eine wirkliche Verbindung bilde, entweder von Stickstoff mit dem Metall, oder von Wasserstoff, oder selbst von Ammoniak mit demselben, und dafs diese neue Verbindung verschiedenartige Eigenschaften besitzt, je nachdem die Menge der absorbirten Substanz mehr oder weniger beträchtlich ist.

Hr. Perzos, der die Güte hatte, mich bei Anstellung der obigen Versuche zu unterstützen, untersuchte gemeinschaftlich mit mir, ob es nicht möglich sey, die mit den Metallen verbundene Substanz abzuscheiden. Wir brachten 49 Grm. Kupfer, das zuvor 5 Stunden lang der Wirkung des Ammoniaks ausgesetzt gewesen war, in eine kleine Porzellanretorte, und versahen den Hals derselben mit einem Rohre, welches in ein Quecksilberbad tauchte, um so das sich entwickelnde Gas aufzufangen; darauf erhitzten wir die Retorte in einem Gebläsofen, bis das Metall zum Schmelzen kam. Bei dieser Operation wurde kein Gas entwickelt, mit Ausnahme der Luft, die in der Retorte und dem an dieser befestigten Rohre enthalten war. Als nach dem Erkalten die Retorte zerbrochen ward, fanden wir das Metall zu einer einzigen Masse zusammengeschmolzen, aber zwischen demselben und dem Boden der Retorte befand sich eine gelbbraune Masse, die ein gröfseres specifisches Gewicht als das Kupfer zu besitzen schien, und die sich zum Theil mit der Glasur des Porzellans vereinigt hatte. Bei abermaliger Wägung des Kupfers, fand sich, dafs sein Gewicht abgenommen hatte;

*) Es ist nöthig, diesen Versuch mit grofser Sorgfalt zu wiederholen und sich zu überzeugen, dafs das Ammoniakgas keine Kohlensäure enthält.

Digitized by Google

es wog nämlich nur 48^{s},9, hatte also einen grofsen Theil der mit ihm verbunden gewesenen Substanz abgegeben.

Ich beschliefse diese Notiz mit der Bemerkung, dafs die Wirkung von Kalium auf eine kleine Menge der auf einem Porzellanscherben sitzenden Substanz uns durchaus derjenigen ähnlich schien, welche dieses Metall auf das Ammoniak ausübt. In beiden Fällen wird eine braungelbe Substanz gebildet, die alle Kennzeichen des Stickstoff-Kaliums zeigt. Diese Versuche, welche jedoch einer Wiederholung und einer verschiedenartigen Abänderung bedürfen, scheinen also die HH. Davy und Berzelius in ihren Ideen zu unterstützen, die durch anderweitige Unsuchungen bewogen wurden, den Stickstoff als ein Oxyd zu betrachten, dessen Radical, das sie *Ammonium* nannten, die Substanz seyn würde, welche, in den von uns beschriebenen Versuchen, Legirungen mit dem Kupfer und Eisen bildete.

XVIII. *Bemerkungen über die Darstellung des Broms, des Kaliums und des Natriums; vom Administrator Hermann in Schönebeck.*

Bei der fortgesetzten Scheidung des Broms aus der hiesigen Mutterlauge wurde bemerkt, dafs die bromwasserstoffsaure Magnesia, in welcher Verbindung sich das Brom in der hiesigen Soole wahrscheinlich befindet, durch Schwefelsäure nicht zerlegt wird, und nur erst dann, wenn Braunstein zugesetzt wird und sich Chlor bildet, die Scheidung erfolgt. Dieser Umstand erleichtert die Scheidung des Broms sehr, denn man darf nur die übrigen in der Kochsalzmutterlauge befindlichen Salze durch Schwefelsäure zerlegen, die Salzsäure abdestilliren, dann die neugebildeten schwefelsauren Salze durch Krystallisation tren-

Digitized by Google

nen, so erhält man eine Lauge, welche sehr viel Brom enthält. Ich vermag daher das Brom jetzt billiger als sonst zu verkaufen, und bin bereit, den Freunden der Chemie die Unze *Brom* à $2\frac{1}{3}$ Rthlr., und die Unze *Bromkalium* und *Bromnatrium* à 1 Rthlr. zu erlassen.

Von Paris aus wurde ich aufgefordert, *Kalium* und *Natrium* verfertigen zu lassen. Es ist mir diese Arbeit, nach Hrn. Dr. Wöhler's Vorschrift, mit Benutzung einiger praktischen Handgriffe, welche Hr Prof. Mitscherlich die Güte hatte mir mitzutheilen, sehr gut gelungen, und kann ich die Unze *Kalium* und *Natrium* à 6 Rthlr. erlassen. Man ist fast allgemein der Meinung, dafs *Natrium* schwerer darzustellen sey, als *Kalium*, was nicht der Fall ist, indem das *Natrium* weit leichter destillirt und mitunter in Tropfen von 1 Zoll Durchmesser. Das *Natrium* ist gegen Sauerstoff weit weniger empfindlich, als das *Kalium*, und explodirt bei weitem nicht so heftig, wenn es auf Wasser geworfen wird.

XIX. *Nachschrift zu dem Aufsatze des Hrn. Professor Egen über das Erdbeben vom 23. Februar 1828.*

Der geehrte Herr Verfasser, welcher die in diesem Hefte mitgetheilte Zusammenstellung auf die Aufforderung eines meiner Freunde zu unternehmen die Güte hatte, hat sich gewifs durch die werthvolle Ausführung derselben einen wohlbegründeten Anspruch auf den Dank aller Leser der Annalen erworben; möge derselbe es nicht mifsdeuten, wenn ich glaube in einigen Punkten nicht gleicher Meinung mit ihm seyn zu können, und namentlich meine frühere Ansicht in Betreff der in der Grube Wiesche zu Mühlheim beobachteten Störung der Magnetnadel auch jetzt noch in Schutz nehmen zu müssen *).

Frei-

*) Man sehe den vorigen Bd. dies. Ann. S. 328.

Digitized by Google

Freilich kann ich mich hiebei nur auf die Beobachtung eines Anderen stützen, allein in dieser scheint mir nichts enthalten zu seyn, was ihre Richtigkeit verdächtig oder die aus ihr gezogene Folgerung trüglich machen könnte. Dafs Erdbeben, wie auf alle leicht bewegliche Gegenstände, so auch auf die Magnetnadel einen mechanischen Einfluſs auszuüben vermögen, ist eine so natürliche Betrachtung, dafs ich sie eben deshalb in der erwähnten Notiz gänzlich überging, und darum zum Theil die älteren Beobachtungen als unzuverlässig darstellte. Dafs aber bei jener Beobachtung die Schwankungen der Magnetnadel von einer solchen mechanischen Ursache herrühren sollten, ist mir nicht glaublich; vielmehr scheint mir gerade die Art, wie sie sich äufserten, auf einen dynamischen Ursprung hinzuweisen. Ein Stofs an das Stativ der Boussole, der die Nadel um 180° umdrehte hätte wohl nur eine geringe Wahrscheinlichkeit.

Ueberdiefs finde ich keinen Grund zur Verwerfung der Angabe, dafs man die Erschütterung in jenen Gruben nicht verspürt habe, so sonderbar sie auch klingt, und so schwer sie, selbst bei der Annahme von Schwingungsknoten, im Einzelnen genügend zu erklären seyn mag. Unter drittehalbtausend Menschen, die zur Zeit als man die Erschütterung über Tage fühlte, in den Gruben befindlich waren, sollte man doch denken, hätte wohl einer eine so auffallende und schreckenerregende Begebenheit bemerkt. Weshalb die Richtigkeit dieser Angabe von dem Hrn. Verfasser in Zweifel gezogen wird, ist mir nicht erklärlich. Dafs man die Stöfse dieses Erdbebens in den niederländischen Gruben verspürt hat, kann, meiner Meinung nach, allein keinen hinlänglichen Grund, dafür abgeben. Man bedenke nur wie ungleichförmig sich, nach den Berichten zuverlässiger Beobachter, die Erschütterungen bei andern Erdbeben fortgepflanzt haben. Bei dem, bekanntlich sehr heftigen, Erdbeben von *Caracas* im J. 1812 empfand, wie Hr. v. Humboldt in seiner *Relat.*

Digitized by Google

histor. V. p. 22. bemerkt, die Stadt *Coro* keine Spur einer Erschütterung, obgleich sie mitten unter den Orten liegt, die sehr beträchtlich litten *).

Endlich finde ich mich noch veranlafst, die Bemerkung des Hrn. Verfassers, dafs in dem amtlichen Berichte von dem Bergamte zu *Essen* von keiner Anomalie im Gange des daselbst aufgestellten Declinatoriums die Rede sey, dahin zu berichtigen, dafs dieses Instrument an dem Tage des Erdbebens auch gar nicht beobachtet worden ist. Eine Stelle aus dem Berichte des Bergraths Heintzmann, welche Hr. Oberberghauptmann Gerhard die Güte hatte mir mitzutheilen, liefert den Beleg dazu. Sie lautet wörtlich so:

»Beim hiesigen Bergbau hat man die Erschütterung nicht bemerkt, obgleich man schon bedeutend tief baut, z. B. auf der Zeche Kunstwerk bereits 102,83 Fufs Preufs. unter dem Meere. Zu bedauern war, dafs bei der Magnetnadel, welche zur Bestimmung der Declination auf dem Bergamts-Locale angebracht ist, keine Beobachtungen zur Zeit jener Erderschütterungen gemacht werden konnten. Das Instrument befand sich zur Reparatur bei dem hiesigen Mechanicus Hrn. Stephan. Man würde bei einer Beobachtung wahrscheinlich gefunden haben, dafs die Nadel in Unordnung gerathen, und die Abweichung von der Mittagslinie bedeutend war.«

Aus allen diesen Umständen, glaube ich, geht hervor, dafs die Beobachtung in der erwähnten Grube einige Zuverlässigkeit besitze, und deshalb Beachtung verdiene. In wie weit übrigens die aus ihr gezogene Folgerung gegründet sey, mögen künftige Erfahrungen entscheiden.

*) Aehnliche mehr oder weniger glaubwürdige Beobachtungen liefsen sich viele aufzählen. In Moll's neuen Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde, Bd. 2. S. 310., wird sogar gesagt, dafs bei einer Erderschütterung in und um *Neuwied*, am 11. März 1807, in einer und derselben Gasse die südlich gelegenen Gebäude merklich erschüttert wurden, während die gegenüberstehenden gänzlich davon verschont blieben.

Digitized by Google

Bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse scheint mir jedoch, dafs man den Einfluſs der Erdbeben auf die Magnetnadel weniger in Zweifel ziehen könne, als den auf den Barometerstand, da nach dem Zeugnisse des Hrn. A. v. Humboldt und anderer glaubwürdigen Beobachter gerade da, wo die Erdbeben am häufigsten und stärksten sind, sich, wenigstens *vor* und *bei* ihnen, kein Zusammenhang mit dem Gange dieses Instrumentes, so wie überhaupt keine unmittelbare Beziehung zu den meteorologischen Erscheinungen mit Sicherheit nachweisen läfst. Welche Bewandtnifs es mit den oft *nach* den Erdbeben auftretenden Erscheinungen habe, z. B. mit dem Sinken der Temperatur, welches in vielen Berichten eigens aufgezeichnet ist, mufs wohl ebenfalls der Zukunft überlassen bleiben. Fernere sorgfältige Zusammenstellungen, wie die unsers Hrn. Verfassers, würden uns gewifs am ersten belehren, was hier Zufall ist oder nicht. *P.*

XX. *Extrait du programme de la société Hollandoise des sciences à Harlem, pour l'année* 1828.

(Eingesandt von Hrn. van Marum, beständigem Secretair der Gesellschaft.)

La société a tenu sa 75me Séance annuelle le 17 Mai. Elle a couronné 1) la réponse sur une question concernant l'action du charbon animal employé à la purification des liqueurs, dont l'auteur est A. W. Büchner, apothicaire à Mayence; 2) un mémoire concernant les contrées, vers lesquels les oiseaux de passage se rendent à certaines époques, par Herman Schlegel, adjoint-inspecteur du museum royal d'histoire naturelle à Leide; 3) un mémoire sur les affaissemens et les filtrations des digues et sur les meilleurs moyens de les arréter, quand ils se présentent, et d'en prévenir les suites dangereuses par F. W. Conrad, inspecteur de l'état hydraulique du

Digitized by Google

Brabant septentrional: 4) un mémoire concernant la nature du *humus* ou le principe fertilisant des terrains, par A. H. van der Boon Mesch, lecteur en physique à Leide.

La société a trouvé bon de répéter les questions suivantes, pour y répondre

avant le premier Janvier 1830.

Vu que l'analyse chimique des végétaux a fait connoître un grand nombre de substances végétales ou principes immédiats des plantes, nombre, qui apparemment se trouvera augmenté de plus en plus; et comme les chimistes différent dans leurs opinions à l'egard de la nature de ces substances, nouvellement découvertes, que quelques uns ne croient être que des modifications des substances, antérieurement connues, tandis que d'autres les prennent pour autant de substances différentes; la société désire: » Une exposition exacte, fondée sur des caractères »positifs, des substances végétales connues, ainsi que »l'indication de l'usage qu'on peut faire de ces substan»ces nouvelles, ou des plantes, qui les renferment?»

» Est-ce que le *tannin* ainsi dit, qu'on tire de dif»férentes plantes, est un principe réel et propre à ces »plantes, ou est-ce qu'on a donné ce nom à différentes »substances tirées de plantes, qui ont la propriété com»mune d'être *astringentes* et de pouvoir servir à tanner »le cuir? — Par quel moyen peut-on tirer ces substan»ces les plus pures de différentes plantes, er par quels »moyens peut-on connoitre, qu'elles ne sont pas mêlées, »et ne différent point entre elles? — Quelle est la ma»nière la plus sûre et la plus prompte de produire des »substances propres à tanner en traitant des charbons de »terre, ou l'indigo ou d'autres substances végétales par »des acides, et en quoi différe ce tannin artificiel du tannin »naturel? — Ne seroient-ils pas tous deux des substan»ces semblables? — En cas qu'on parvienne, par des re-

Digitized by Google

»cherches nouvelles à une connaisance plus parfaite des »différentes substances à tanner, de quelle utilité pourra»t-elle être alors, tant pour les différens trafics et manu»factures, que pour l'usage qu'on en fait dans la méde»cine?»

»Jusqu'à quel point connoit-on la nature et les cau»ses de la putréfaction des substances animales et végé»tales, et les moyens qui sont les plus propres à préve»nir la putréfaction dans des différentes circonstances, et »pour des buts différens?»

On désire de voir l'état actuel de la connaisance humaine sur ce sujet clairement et distinctement exposé.

»Quels sont, en général, les avantages et les éclair»cissemens, que, depuis le tems de Haller, la physio»logie ou l'histoire physique de l'homme a retirés de la »zoologie et de l'anatomie comparée? Quels sont, en »particulier, les organes du corps humain, mieux connus »depuis ce temps-là, et quelles en sont les fonctions, à »l'égard desquelles la zoologie et l'anatomie comparée ont »repandu de nouvelles lumières?»

Un vernis vitreux, composé de silice et de potasse, étant récommandé et employé nouvellement comme moyen préservatif des bois et d'autres objets inflammables en cas d'incendie, et contre l'action nuisible de l'air et de l'humidité, la société propose: »Qu'on démontre par des »expériences exactes, si, dans les Pays-Bas, ce préser»vatif peut également être employé avec succès dans les »cas indiqués, et quelle en est la meilleure préparation, »afin qu'on obtienne toujours un vernis durable et satis»faisant à l'effet proposé?»

Les expériences de Humphry Davy ayant prouvé l'influence, que la différence du sol, du climat et de la saison peut opérer sur la quantité relative des principes immediats des graines céréales, particulièrement du froment, de sorte que, p. e. le froment d'hyver contienne une plus grande quantité d'amidon ou de fécule amilacée, tandisque le gluten se trouve augmenté dans le froment

Digitized by Google

d'été, et que le même principe soit encore plus abondant dans le froment de l'Amérique septentrionale, que dans celui cultivé en Angleterre; et vu qu'il serait important de savoir jusqu'à quel point les circonstances indiquées peuvent influer sur la nature du froment, cultivé dans les Pays-Bas, la société désire: »qu'on démontre, quelles »sont les différences, que les circonstances, indiquées »ci-dessus, peuvent produire dans le froment cultivé dans »ce pays? en quoi celle-ci différe du froment cultivé en »d'autres pays? quelles sont, en vertu de ces recherches, »les meilleures espèces de froment destiné à différens »usages? et quelles instructions en peut-on déduire pour »la culture de ces grains?»

»Quelles sont les matières colorantes végétales con»nues comme principes particuliers? Quelles sont leur »nature et leurs propriétés? Avec quels principes sont-ils »combinés? Quelle est la manière la plus propre à les »isoler? Par quels moyens sont-ils le plus alterés, élè»vés, enfoncés et décolorés? Et quelle utilité et quel »avantage profluent de cette connaissance pour les tein»tureries et autres fabriques?»

»Que sait-on actuellement de l'histoire naturelle des »*poissons de passage?* — Quels sont les poissons con»nus comme tels? — Quels sont le commencement, la »direction, et la fin de leur trajet, et quelles particulai»rités a-t-on observées à leur égard?

On désire de voir réuni tout ce qu'on en sait actuellement, surtout de ces poissons, qui nous sont utiles pour la nourriture ou à quelque autre usage.

Comme les différentes branches d'histoire naturelle sont dévenues, depuis plusieurs années, trop étendues pour être enseignées en leur entier dans une année académique, on demande: »Quel choix il y a à faire dans l'en»seignement de l'histoire naturelle, afin d'en traiter seu»lement ce qui peut être utile, tant dans la vie commune »q'uà d'autres égards?»

Quelques médecins ont été depuis long-tems d'opi-

Digitized by Google

nion, que plusieurs maladies de la peau sont causées par de très-petits insectes, invisibles à l'oeil nu, sous l'épiderme, tandis que d'autres n'admettent pas cette opinion. La société désire donc savoir: — »sur quel fondemens »on a adopté l'existence de ces insectes sous l'épiderme, »ou quelles observations y ont contribué? Et en cas »que cette supposition soit fondée: qu'est-ce qu'on en »pourroit déduire, pour améliorer le traitement de quel»ques maladies cutanées?»

La société a proposé, cette année, les questions suivantes, pour y répondre

avant le premier Janvier 1830.

L'examen chimique des substances animales et végétales ne devant plus se borner à en extraire les principes immediats de ces substances, comme c'étoit le cas il y a peu d'années, puisqu'on a deja pu examiner, suivant la methode d'analyse chimique inventée par Thénard, Gay-Lussac et Berzelius, dans quelle proportion les principes simples se trouvent réunis dans ces substances, on désire »un mémoire dans le quel sera exposé »1) Quelle méthode d'analyser les susdites substances »dans ses premiers principes est actuellement prouvée la »meilleure par des expériences réiterées de plusieurs chi»mistes? 2) De quelles substances organisées on connoit »déjà avec certitude, par des expériences bien constatées, »la proportion de leurs premiers principes? 3) Quel »avantage cette nouvelle méthode d'analyser les substan»ces susdites pourroit procurer pour le progrès de la »science, ou qu'est-ce qu'on en pourra attendre à l'avenir?»

Mr. Thénard ayant trouvé le moyen de combiner l'eau avec des grandes quantités d'oxygène, et le liquide, qu'on a obtenu, possédant des propriétés très-particulières, qui sont encore en grande partie inexplicables, on désire »un mémoire, dans le quel, après un examen réi»téré et soigneux, les propriétés de ce liquide soient

Digitized by

»justement décrites, et qu'on en donne une explication »prouvée par des expériences, et dans le quel on exa»mine ensuite, à quelles applications utiles ce liquide »pourroit probablement être employé, soit dans la méde»cine ou à quels autres buts?»

Comme plusieurs espèces de mollusques, surtout ceux, qui se trouvent dans la mer, sont fréquemment employés chez différentes nations, et comme, suivant les rélations, qu'on en trouve, on en prépare des nourritures saines et même delicieuses, tandisque des mollusques, qui habitent la mer voisine de nos côtes, on n'a fait usage que des huitres, des moules et des limaçons de mer, on demande: »Quels autres mollusques, qui ne se trouvent »pas très eloignés de nos côtes, peut-on estimer avec »raison être bons à la nourriture, et de quelle manière »peut-on essayer, s'ils pourroient servir à une nourriture »aussi saine qu'agréable?»

»Qu'est-ce que l'expérience a appris jusqu'ici con»cernant l'utilité ou le mal, que l'application des grandes »quantités de sangsues a effectué dans plusieurs maladies. »Est ce que la théorie, que plusieurs médecins celèbres »ont inventée et défendue à cet égard, est bien fondée »sur des expériences physiologiques et pathologiques, ou »est-ce qu'on a adopté, dans cette theorie, des hypo»thèses peu fondées? Dans quelles maladies s'est-on »servi de sangsues avec le plus de succès? Dans quels »cas au contraire en a-t-on vu plus de mal que de bien?»

Une propulsion violente de la sève dans les peupliers, combinée avec l'expulsion d'une quantité considérable d'air, ayant été observée par Coulomb en Avril 1796, lorsqu'il avoit percé jusqu'au centre des troncs de peupliers de 4 à 5 décimètres de diamètre, ne paroît guère avoir excité d'autres physiciens à répéter cette expérience, et comme ce phénomène est cependant très digne d'etre attentivement examiné, et qu'une indagation soigneuse pourroit peut-être donner lieu à des découvertes intéressantes, la

Digitized by Google

société, promet la médaille d'or à celui, qui profitera d'une occasion favorable à répéter au mieux cette expérience au printems, sur les troncs de plusieurs espèces d'arbres, et à observer soigneusement tout ce qui se présente dans ce phénomène.

On pourra attendre pour une réponse bien satisfaisante, hors la médaille d'or, une gratification proportionnée à l'intérêt de ce qu'une indagation soigneuse aura appris.

Comme le phénomène observé premièrement par Mr. Doebereiner, savoir que la platine, étant réduite par une préparation chimique en forme d'éponge, acquiert l'état d'incandescence, lorsqu'elle est exposée au gaz-hydrogène en concurrence avec l'air atmosphérique, ne paroit pas explicable suivant les theories adoptées, et comme la connoisance de la cause de ce phénomène singulier pourroit conduire à d'autres découvertes intéressantes, la société offrira la médaille d'or à celui, qui en pourra donner une explication évidente et constatée par des expériences.

»Quelles sont les causes qui ont donné lieu à la »formation des terreins d'argile et de sable, qu'on trouve »dans les provinces septentrionales du royaume? Com»ment distingue-t-on les terreins formés par la mer, de »ceux qui doivent leur origine à l'action des rivières? »Quel est, particulierement, l'origine des bassins couverts »d'argile et des collines de sable, qu'on trouve sur le »terrein situé entre l'Yssel, le Rhin et le Zuyderzée?»

La société désire, que dans les réponses on évite les hypothèses, et qu'on s'appuye sur l'expérience et l'observation.

Considérant que les expériences chimiques en Hollande, surtout celles de P. Driessen, ont fait voir, que les propriétés de l'air atmosphérique près de la mer sont plus ou moins altérées ou modifiées par l'acide muriatique, qu'il contient; et que particulièrement la solubilité du plomb dans l'eau en est augmentée; que cependant ces observations n'ont pas été confirmées partout ailleurs, et qu'il s'agit encore de savoir, si cet acide se trouve

Digitized by Google

tout libre dans l'air, ou bien en combinaison chimique avec d'autres substances, la société désire: »que ce sujet »soit traité de nouveau, et que par des expériences exactes »on tâche à démontrer, si, dans ces contrées, l'air atmo»sphérique contient de l'acide muriatique; quels sont les »circonstances, qui en augmentent la quantité; dans quel »état il s'y trouve, et jusqu'a quel point les quantités de »l'air en soient alterées?»

Comme plusieurs substances, qui autrefois n'étoient connues que dans l'état de gaz, peuvent moyennant la pression et par un froid très-grand, être réduites à la forme solide ou liquide, ce que surtout les expériences de Faraday ont prouvé, et comme il en suit, que la division des corps, d'après la forme, en liquides et en gaz est devenue incertaine et moins admissible, la société demande: »1) jusqu'à quel point peut-on encore admettre »la classification des corps d'après la forme? 2) Quels »sont les corps vraiment gazeux et vaporeux? Quel emploi »pourroit-on faire, dans les arts, de ces substances, qui, »lorsqu'elles sont fortement comprimées on refroidies, par »l'élasticité et par la dilation peuvent exercer un grand dégré de force?»

»l'Acide hydrocyanique des végétaux, n'étant trouvé »jusqu'ici que dans les arbres drupacés, peut-il être con»sidéré comme principe des plantes? Connait-on d'autres »plantes, dans les quelles il existe? Peut-on, ainsique »dans les drupacés, indiquer un rapport de siructure dans »les autres plantes qui renferment ce principe? Doit-on »attribuer exclusivement à ce principe les qualités nuisibles »ou venineuses, dont ces plantes sont douées? Cet acide »végétal est-il parfaitement semblable à l'acide hydrocya»nique préparé artificiellement? Quels sont les caractères »des végétaux ou des substances végétales, qui renferment »l'acide hydrocyanique, surtout par rapport à leur action »sur l'homme et à leur vertu médicale?»

»Est-ce que par l'histoire naturelle, ou par un exa-

Digitized by Google

»men anatomique et physiologique du Coucou on peut »expliquer, pourquoi cet oiseau ne construit pas son nid, »et pourquoi la femelle ne couve pas elle-même ses oeufs? »Si non, quelle est la cause de ce singulier phénomène?»

»En quoi consiste la différence entre l'acier de l'Inde »Wootz et les autres sortes d'acier? Jusqu'à quel point »a t'on réussi à faire l'acier de l'Inde? Quelles expérien- »ces a t'on fait avec succès de perfectionner l'acier? Et, »comme on s'est servi du chromium à cet effet, et ce »métal étant à présent moins précieux, en quoi l'acier, »fait moyennant le chromium, se recommande t'il, et quel »usage particulier peut-on faire avec le plus de profit »des différentes sortes d'acier?»

»Quels sont les dangers auxquels la contemplation »et le traitement philosophiques de l'histoire sont exposés »en cas d'une application moins prudente? Et qu'est ce »qu'on doit observer pour éviter ces dangers autant que »possible?»

La société désire sur ce sujet non seulement un raisonnement général, mais qu'il soit aussi éclairci et confirmé par des exemples tirés des historiens les plus célèbres par leur traitement philosophique de l'histoire.

La société a proposé, dans les années précédentes, les questions suivantes, pourqu'on y fasse réponse

avant le 1 Janvier 1829.

»Quelles sont les maladies du corps humain, dont »on peut dire, que, d'après des principes physiques et »chimiques, on les connoit et qu'on est en état d'en con- »clure, quels sont les remèdes les plus efficaces contre »ces maladies, et de quelle manière ils opérent dans le »corps humain, pour les guérir?»

Attendu que, actuellement, on n'emploie uniquement la vapeur comme force motrice dans les machines à vapeur, mais qu'on s'en sert même, avec beaucoup d'avantage, à plusieurs effets, comme dans les blanchisseries de fil, dans les serres chaudes pour la culture des plantes,

Digitized by

ainsi que dans la préparation des aliments, la société demande: »Peut-on juger, sur des principes bien fondés, »dans quelles fabriques, ou à quels usages domestiques »on pourroit employer la vapeur?»

Comme il y a des observations, qui paroissent démontrer, que le développement des graines, qui ne sont pas des dernières années, ou des plantes étrangères, qui viennent de loin, peut être favorisé et excité par des substances oxygenées, tandis que les mêmes substances n'ont pas eu le-même effet dans d'autres cas, on demande: »Existe-t-il des moyens, suivant des expériences bien »vérifiées, dont on puisse se servir avec succès, pour »favoriser le développement des graines? Si c'est ainsi: »quels sont ces moyens et de quelle manèire doivent-ils »être employés?»

»Quel est l'état actuel des connoissances concernant »le mouvement des sucs dans les plantes? Quelles sont »les observations et les expériences, qui fournissent quel»que lumière sur la cause de ce mouvement, et sur les »vaisseaux ou organes, dans lesquels il a lieu? Qu'est-ce »qu'on peut regarder comme suffisamment prouvé, par »des expériences bien vériefiées, de tout ce que les phy»siciens ont écrit sur ce sujet: qu'est-ce qu'on doit con»sidérer en être encore moins prouvé ou seulement hypo»thétique? Et quelle utilité peut-on tirer de la connois»sance acquise à cet égard pour la culture des plantes?»

»Quelle est, en général, la différence entre une mixtion »mécanique et une union chimique, mais surtout dans »les fluides aëriformes: et de quelle manière peut-on connoitre avec certitude, qu'un composé de deux ou plu»sieurs corps solides, mais surtout celui de deux ou plu»sieurs espèces d'air, consiste en une union chimiques?»

On désire qu'on fasse attention aux phénomènes électriques, qui ont lieu pendant l'union.

»Quel est l'effet et l'utilité des bains de mer par »rapport à quelques maladies? Quelles sont les mala»dies contre lesquelles on peut s'en servir avec succés? »Y-a-t-il des maladies, dans lesquelles on peut attendre »avec raison plus d'effet des bains de mer que des autres »médicamens?»

La théorie, par laquelle en chèmie on suppose, que toutes les actions chimiques des corps soient l'effet de l'électricité, étant adoptée de plus en plus, on demande: »Un examen critique de tout ce que l'expérience à prouvé

Digitized by Google

»à cet égard, afin qu'on en puisse conclure: si l'électri-
»cité seule doit être considerée comme la cause de toute
»action chimique, ou bien si l'on est encore obligé de
»supposer une force particulière, connue sous le nom de
»l'affinité chimique?»

»Qu'est-ce que l'on sait actuellement à l'égard de
»l'origine de ces matières vertes et autres, qui se pro-
»duisent dans les eaux stagnantes, ou à la surface de
»celles-ci et d'autres corps? Doit-on, d'après des obser-
»vations bien decisives, considérer ces matières comme
»des productions végétales ou comme des végétaux d'une
»structure plus simple? Doit-on les rapporter à la même
»espèce, ou peut-on en indiquer la différence par des
»caractères spécifiques? Quelles sont les observations,
»qui restent encore à faire, surtout par le moyen d'in-
»strumens microscopiques, pour perfectionner la connais-
»sance de ces êtres?»

On désire que ce sujet soit éclairci par des observations reitérées et que les objets observés soient décrits et figurés exactement.

Voyez F. P. Schranck, über die Priestleyische grüne Materie. Denkschriften der Academie zu München, 1811, 1813. — *Hornschuch, über die Entstehung und Metamorphosen der niederen vegetabilischen Organismen. Nova acta physico-medica acad. natur. curios. T. X., p.* 513. *P. J. F. Turpin, Organographie. Mémoires du muséum d'histoire naturelle. T. XIV. p.* 15. *Treviranus sur le mouvement de la matière verte. Annales des sciences naturelles, Janv.* 1827.

»Quelles sont, depuis la publication de l'ouvrage de
»Mr. Decandolle, *Essai sur les propriétés médicales
»des plantes, comparées avec leurs formes extérieures
»et leurs classification naturelle* (3 edit. Paris 1816),
»les observations et les expériences, par lesquelles la
»théorie, exposée dans cet ouvrage, soit confirmée et éclair-
»cie? Quels sont les exceptions et les contradictions qui
»restent à resoudre à l'égard de cette théorie?»

Les arbres *conifères* différant considérablement des autres arbres, tant dans leur structure et dans la manière de croître que dans les matières propres qu'ils renferment et dans d'autres propriétés, on désire: »Une com-
»paraison exacte de la structure des arbres conifères avec
»celle des autres arbres, et que par des recherches ulté-
»rieures on tâche à démontrer, jusqu'à quel point cette
»différence de structure puisse servir, soit à expliquer
»les autres propriétés des arbres conifères, soit à en dé-
»duire des préceptes utiles à la culture de ces arbres?»

Digitized by

»La cendre de tourbe de quelle manière augmente »t-elle la fertilité de quelques terres, tandis qu'on sait »qu'elle ne contient que tres-peu de ces principes, qui »peuvent principalement servir d'alimens aux plantes? — »De quelles qualités sont ces terres, dont on sait par »l'expérience, que leur fertilité peut être augmentée par »la cendre de tourbe? — Pour quelles terres est-elle »nuisible? — Quelles indications utiles peut-on déduire »de ce qu'on dira en réponse sur les deux premières »parties de la question?»

»Quelle est l'origine des blocs de roches granitiques »et autres primitives, que l'on trouve de différentes dimen»sions et en très-grande abondance disséminés dans les »plaines et dans quelques terrains sablonneux du royaume »de Pays-Bas et de l'Allemagne septentrionale? Est il »possible de s'assurer par une comparaison exacte de ces »blocs de granit et des cailloux des terrains sablonneux »avec les parties composantes des formations géologiques, »observées en place, que les prémiers faisaient aupara»vant partie des dernières; et comment peut-on, dans le »cas affirmatif, rendre raison de leur transport vers nos »plaines et vers celles de l'Allemagne septentrionale?»

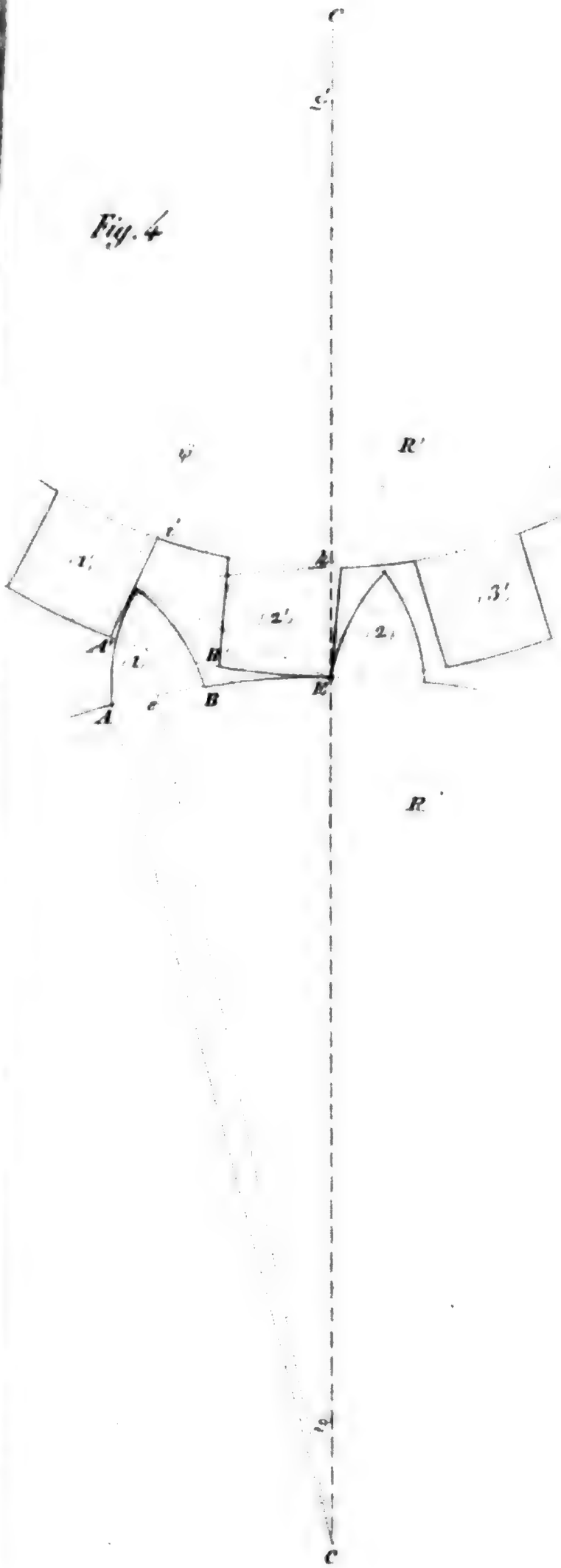
La société désire, que l'on indique autant que possible, quels sont les différens endroits, où ces blocs ont été observés, et de quelle manière ils se trouvent dispersés, que l'on décrive exactement leur nature et leur composition minéralogique, qu'on la compare avec les parties intégrantes d'autres formations, et qu'enfin l'on pèse scrupuleusement les conséquences, qui avec plus ou moins de probabilité peuvent être déduites de tout cela.

(Le programme de la société, qui vient d'être publié en Hollandais, contient plusieurs autres questions, qui ont un rapport spécial à ce pays, et aux quelles on ne peut attendre des réponses, que des savans, qui peuvent lire ce programma en original. Celui-ci se trouve entre autres dans un supplement à la gazette de Harlem du 27 Mai, repandue dans toute l'Europe.)

Le prix pour une réponse bien satisfaisante, à chacune des questions, est une médaille d'or de la valeur de 150 florins, et de plus une gratification de 150 florins d'Hollande. Il faut adresser les réponses bien lisiblement écrites en Hollandois, François, Anglois, Latin ou Allemand, mais non en caractères Allemands, affranchies, avec des billets de la manière usitée, à M. van Marum, secrétaire perpetuel de la société.

Digitized by Google

Fig. 4



Digitized by

Fig. 9

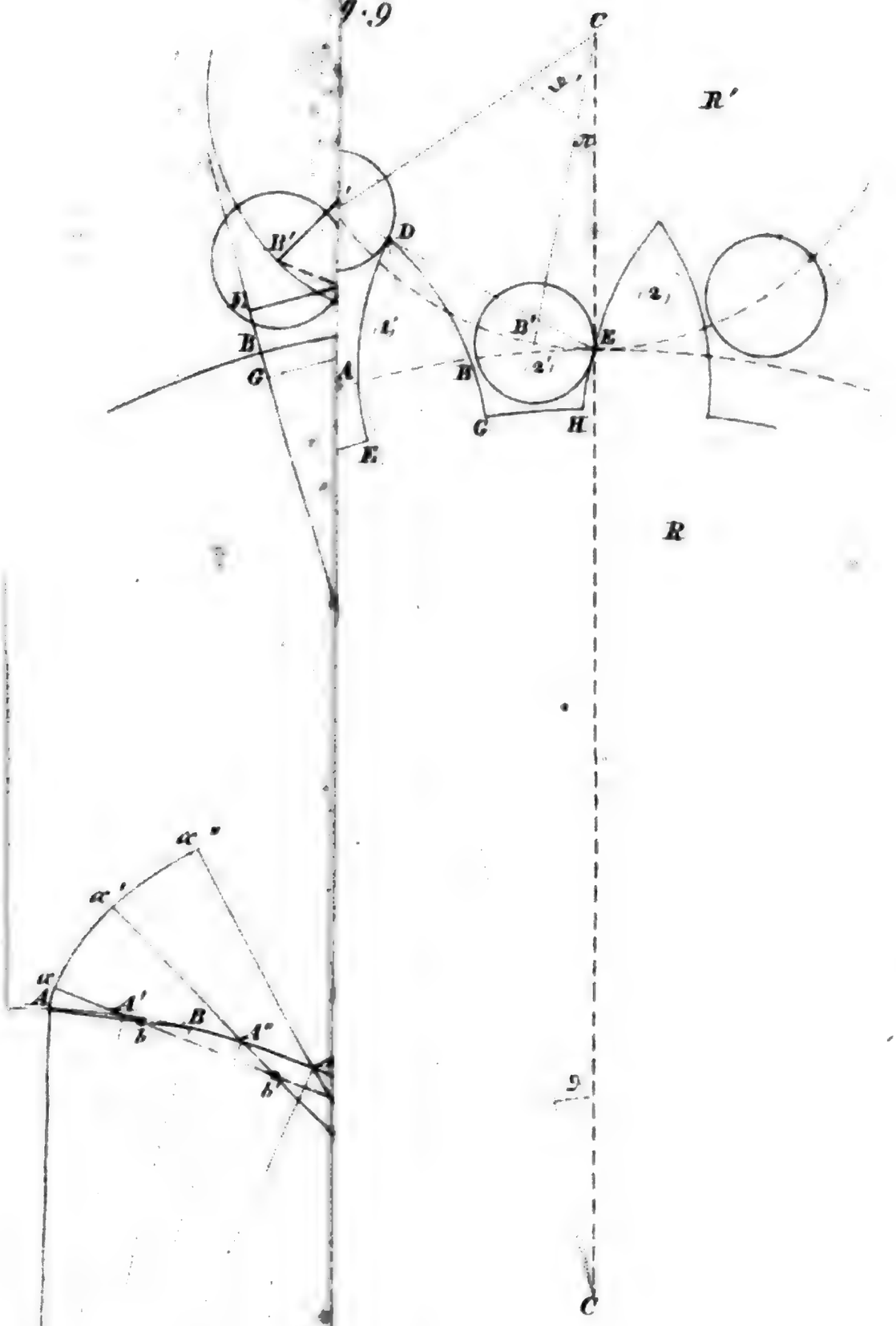
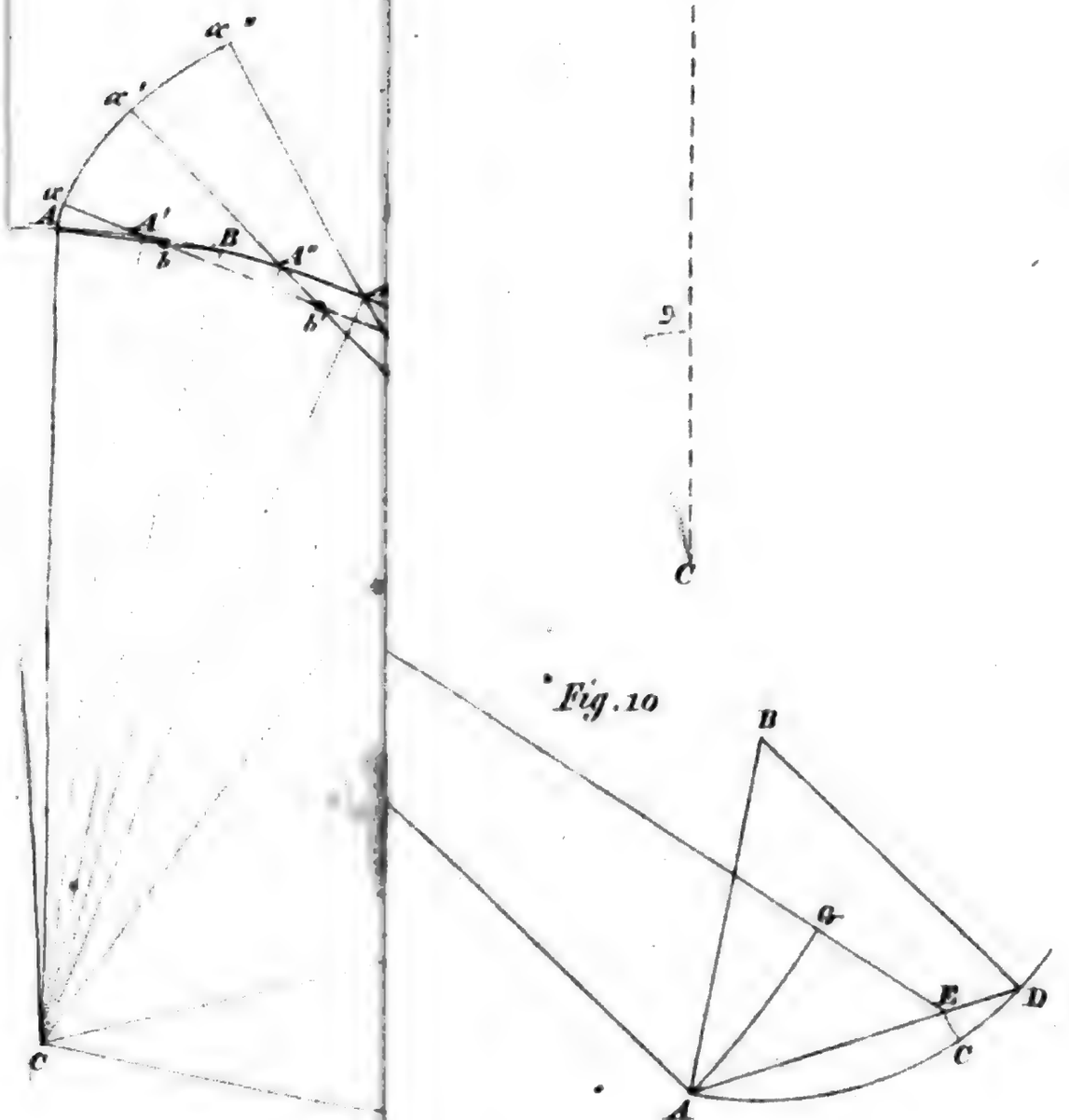


Fig. 10



ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, SECHSTES STÜCK.

I. *Ueber die bittere Substanz, welche durch Behandlung des Indigs, der Seide und der Aloë mit Salpetersäure erzeugt wird; von Justus Liebig, Professor der Chemie in Gieſsen.*

Mit den Namen *Indigbitter*, *Welter'sches Bitter* und *Aloëbitter* hat man bisher drei Substanzen bezeichnet, die in ihrem Verhalten sich den Säuren anschlieſsen; sie bilden Salze, welche die Eigenschaft besitzen, durch die Wärme zu verpuffen. Die letztere Eigenschaft ist die Veranlassung zu der nachstehenden Arbeit gewesen, die ich mit Hrn. Gay-Lussac gemeinschaftlich unternommen hatte, welche jedoch wegen meiner Abreise von Paris nicht ausgeführt werden konnte. Schon zwei Jahre lang habe ich mich mit der Darstellung und Untersuchung dieser Substanzen beschäftigt, allein alle Resultate, welche ich früher erhalten, sind der Bekanntmachung nicht werth gewesen.

Hausmann *) entdeckte das Indigbitter zuerst, und nach ihm haben es Chevreul **), Fourcroy und Vauquelin ***) zum Gegenstande einer besonderen

*) *Journ. de physiq. T. XXXII. p.* 161.

**) *Ann. de chimie. T. LXXII. p.* 113. und Gilbert's Annalen. Bd. XLIV. S. 150.

***) *Mém. de l'institut. nation. T. VI.* und Gehlen's N. Journ. Bd. II. S. 231.

Digitized by Google

Untersuchung gemacht. Chevreul hielt das Indigbitter für eine Verbindung von Salpetersäure mit einer eigenthümlichen organischen Substanz; er erhielt es in Gestalt gelblich weifser Krümchen und Nadeln, die mit Kali ein gelbes Salz in kleinen pomeranzengelben Nadeln bildeten, und mit Silberoxyd ebenfalls eine Verbindung eingingen, die in der Hitze detonirte und sich auch so darstellen liefs, dafs das Indigbitter mit salpetersaurem Silber abgedampft wurde.

Ich habe mich anfänglich der von Chevreul angegebenen Methode bedient, um das Indigbitter darzustellen, und die Resultate, welche ich nach derselben erhielt, weichen von den seinigen nicht ab.

Es wurde Guatimala-Indig mit verdünnter Salpetersäure behandelt, das Harz, welches sich gebildet hatte, von der Flüssigkeit getrennt, und diese abgedampft. Während des Abdampfens wurde beständig Salpetersäure zugesetzt, so lange sich noch salpetrige Säure entwickelte, um die gebildete Indigsäure in Indigbitter zu verwandeln. Nach dem Erkalten der Flüssigkeit bildeten sich eine grofse Menge gelber, blättriger Krystalle. So wie diese Krystalle mit Wasser ausgewaschen wurden, färbte sich das Wasser gelb und wurde milchicht; und als sich das Wasser nicht mehr trübte, blieb ein weifses Salz zurück, welches, in heifsem Wasser aufgelöst, nach dem Erkalten, Krystalle von Kleesäure gab.

Die dunkelrothgelbe Mutterlauge, die von der ersten Krystallisation zurückblieb, so wie das Waschwasser, wurden mit Wasser verdünnt, zum Sieden gebracht und mit kohlensaurem Kali neutralisirt. Nach dem Erkalten der Flüssigkeit bildeten sich eine grofse Menge gelber, nadelförmiger Krystalle, die, durch Umkrystallisiren, Fällung mit Salpetersäure u. s. w. gereinigt, alle Eigenschaften mit der Verbindung des Bitters und Kali gemein hatten, welche Chevreul beschrieben hat.

Eine Auflösung dieses Salzes, mit salpetersaurem

Digitized by Google

Allgemeiner verbreitet und abgeschmackt, groß nach dem Aeußern gestaltet, klein nach dem Innern, ohne Geist und Leben, nicht werth, in die Natur übergehen.

Die Kleidung der Griechen war, wie schon die Analysen Winckelmann's, Hirt's, Heydenreich's und Anderer bewiesen, weiten nur einer neuen Portion Stoffe dargestellt und nicht durch Schneiderkunst, Nähen und Zuschneiden, wie die Kleidung der Römer, die Tracht der Barbaren, die mit der Entwickelung derselben ein anderes Verhältniß hatte, und die Kleidung unserer Zeit, welche Beides und noch vielfältigeres durch Schneiderkunst gestaltet hat.

Diese Silhouette soll Kopfbesatz, Kapuze, zerschnittene Kalbsstiefeln und Mützen, durch den Schnitt der unterschnitten verlebt sich in dem der bekannte ein. Es. Eben Kleidung der Griechen und Römer, wie sie in den Gewändern der Statuen, Reliefs und Gemälden, wie sie in den Schriften der Alten, besonders in Homer, Virgil, Ovid, Horaz, Plutarch, Lucian, Xenophon, Plato, Aristoteles, Cicero, Livius, Sueton, Tacitus, Plinius, Pausanias, Athenäus, Aelian, Philostrat, Julius Pollux, Stobäus, Clemens Alexandrinus, Tertullian, Arnobius, Lactantius, Hieronymus, Augustinus, Isidorus, Servius, Macrobius, Nonius Marcellus, Boethius, Cassiodorus, Sidonius Apollinaris, Gregor von Tours, Paulus Diaconus, Agathias, Nicephorus Gregoras, Cedrenus, Zonaras, Glycas, Constantinus Porphyrogenitus, Johannes Malalas, Georgius Cedrenus, Johannes Zonaras, Nicetas Choniates, Georgius Pachymeres, Georgius Phrantzes, Laonicus Chalcocondylas, Ducas, Michael Glycas, Johannes Cantacuzenus, Nicephorus Gregoras, Georgius Codinus, Anna Comnena, Johannes Cinnamus, Michael Acominatus, Georgius Acropolita

Kochen und mit Zugiefsen von Salpetersäure fort, bis man keine salpetrigsauren Dämpfe mehr bemerkt. Um gewifs zu seyn, dafs sich keine mehr entbinden, deckt man von Zeit zu Zeit eine leere Porzellanschale über das Gefäfs; die Dämpfe sammeln sich darin an, und die salpetrige Säure kann um so leichter erkannt werden. Von dieser Vorsichtsmafsregel hängt das Gelingen der Operation ab; es bildet sich, wenn man genau der Vorschrift folgt, weder Indigharz noch künstlicher Gerbestoff.

Oder man erhitzt in einem geräumigen Glaskolben 18—20 Th. Salpetersäure von 1,430 bis nahe zum Sieden, und trägt nach und nach in kleinen Portionen $1\frac{1}{2}$ Th. feinen ostindischen Indigo, gröblich zerschlagen, hinzu; man wartet damit jederzeit so lange, bis der erstere verschwunden ist. Die rothbraune Flüssigkeit wird nun in's Kochen gebracht, und man fährt damit fort, bis sie anfängt dicklich zu werden; sie nimmt bei dem fortgesetzten Sieden eine hellere Farbe an, und wenn sich gegen das Ende noch viel salpetrige Säure entwickeln sollte, so setzt man noch 5 Th. Salpetersäure hinzu und kocht sie auf's Neue.

Nach dem Erkalten der Flüssigkeit bilden sich gelbe, halbdurchsichtige, harte Krystalle, von welchen man die Mutterlauge abgiefst, und die man mit Wasser mehrmals auswäscht. Diese Krystalle bringt man nachher mit Wasser in's Kochen und giefst so lange neue Quantitäten Wasser hinzu, bis sie vollkommen aufgelöst sind; sammeln sich auf der Oberfläche der Auflösung einige ölige Tropfen des sogenannten künstlichen Gerbstoffs, so nimmt man diese mit Fliefspapier sorgfältig ab. Aus der filtrirten und erkalteten Flüssigkeit scheiden sich eine grofse Menge gelber, glänzender, blättriger Krystalle ab, die auch durch Auswaschen ihren Glanz nicht verlieren. Um diese Substanz vollkommen rein zu erhalten, löst man die Krystalle auf's Neue in kochendem Wasser auf und neutralisirt sie mit kohlensaurem Kali; es krystallisirt nach dem

Digitized by Google

Erkalten ein Kalisalz heraus, welches ausgewaschen und durch öfteres Krystallisiren gereinigt wird.

Die erste Mutterlauge vermischt man nun mit kaltem Wasser, wodurch eine bedeutende Menge eines braunen Niederschlags abgeschieden wird, den man mit kaltem Wasser auswäscht, dann mit Wasser in's Kochen bringt und mit kohlensaurem Kali neutralisirt. Auf diese Weise erhält man daraus noch eine bedeutende Menge von dem erwähnten Kalisalz, welches, wie angeführt, gereinigt wird.

Alles Kalisalz, welches in diesen verschiedenen Operationen gewonnen worden ist, löst man auf's Neue in siedendem Wasser auf und versetzt die Flüssigkeit mit Salpeter-, Salz- oder Schwefelsäure; nach dem Erkalten krystallisirt aus derselben die eigenthümliche Substanz in hellgelben, äufserst glänzenden Blättern, die meistens die Form gleichseitiger Dreiecke besitzen.

Man erhält oft, nach der Behandlung des Indigs mit Salpetersäure, aus der Flüssigkeit keine Krystalle; in diesem Falle vermischt man sie nach dem Abdampfen mit Wasser, und scheidet aus dem Niederschlage, welcher sich gebildet hat, auf dem angegebenen Wege die eigenthümliche Substanz ab. Aus der über diesem Niederschlage stehenden Flüssigkeit läfst sich noch mehr davon gewinnen, wenn man sie bis zu einem gewissen Grade abdampft, mit Salpetersäure auf's Neue kocht und mit Kali neutralisirt. Aus 4 Th. von dem besten ostindischen Indig erhält man 1 Th. dieser Substanz.

In Wasser aufgelöst röthet diese Substanz die Lackmustinktur; sie besitzt einen sehr bitteren Geschmack. Sie verhält sich gegen Metalloxyde wie eine starke Säure, löst sie mit Leichtigkeit auf und neutralisirt sie vollkommen; sie bildet Salze mit denselben, die sich sämmtlich krystallisirt darstellen lassen. Auf einem silbernen Löffel erhitzt, schmilzt sie und verdampft, ohne sich zu zer-

Digitized by Google

setzen; wird sie schnell und stark erhitzt, so entzündet sie sich. Eben so lassen sich ihre Dämpfe entzünden; sie brennt mit einer gelben, stark rufsenden Flamme. In kaltem Wasser löst sie sich schwierig, in heifsem viel leichter auf; die Auflösung ist gefärbter, als sie selbst ist. In Weingeist und Aether ist sie leicht auflöslich. In trocknem Chlorgas oder mit Jodin geschmolzen wird sie nicht zersetz, eben so wenig von wäfsrigem Chlor. Concentrirte Schwefelsäure wirkt in der Kälte nicht darauf; beim Erhitzen löst sie sich darin auf und wird beim Verdünnen dieser Auflösung unverändert abgeschieden. Kochende Salzsäure verändert sie nicht, und kaum wird sie durch kochendes Königswasser angegriffen. Aus diesem Verhalten geht hervor, dafs sie keine Salpetersäure oder eine andere Oxydationsstufe des Stickstoffs enthält; ich werde später noch andere Versuche anführen, welche die Abwesenheit dieser Säure beweisen. Auch enthält sie keine Klee- oder andere organische Säure; denn wenn man diese Säure, oder ihre Verbindung mit Kali, mit Goldauflösung kocht, so schlägt sich kein metallisches Gold nieder.

Mit Kupferoxyd vermischt und in einer Glasröhre geglüht, entwickelt diese Säure ein Gasgemenge, welches, nach 5 Versuchen, 100 Th. Kohlensäure auf 26 Th. Stickstoff enthielt. Eine andere Portion dieser Säure, welche aus dem Kalisalze mit Salzsäure, und eine andere, welche aus demselben mit Schwefelsäure geschieden worden war, gab Kohlensäure und Stickgas, die sich ebenfalls zu einander wie 5:1 verhielten. Das Kupferoxyd, welches nach diesen beiden letzteren Versuchen zurückblieb, enthielt weder Salzsäure noch Schwefelsäure.

Zur quantitativen Analyse wurde die Säure sorgfältig getrocknet, mit frisch ausgeglühtem Kupferoxyd gemischt und auf die bekannte Art zersetzt; man bediente sich dabei des Apparates der von Gay-Lussac und mir bei der Analyse des knallsauren Silberoxyds beschrieben worden ist. Bei dem Herausziehen des mit salzsaurem

Digitized by Google

Kalk gefüllten Glasröhrchens aus der Verbrennungsröhre, nach dem Versuch, bieten sich, indem der Kork sehr fest sitzt, Schwierigkeiten dar, welche auf die folgende Art leicht zu vermeiden sind. Man wählt eine nicht zu dünne Glasröhre, die etwa 3 Zoll lang ist, und die genau in die Verbrennungsröhre pafst; man zieht das eine Ende zu einer offnen Spitze aus und füllt es mit salzsaurem Kalk an, auf welchen man einige Glasstückchen setzt; das andere Ende verbindet man durch einen genau schliefsenden Kork mit der Gasleitungsröhre. Nachdem man dieses Glasröhrchen gewogen hat, steckt man es in die Verbrennungsröhre bis auf etwa $\frac{1}{2}$ Zoll hinein, und verbindet beide vermittelst eines Kautschuckröhrchens, das man auf beiden Röhren mit Bindfaden fest umwickeln kann. Man kann, ohne einen bemerkbaren Irrthum zu veranlassen, den durchbohrten Korkpfropfen, welcher das Glasröhrchen mit salzsaurem Kalk schliefst, mit demselben wiegen, man mufs nur vermeiden, ihn nach dem Wiegen mit blofsen Händen anzufassen.

Die folgenden Resultate sind theils durch die Zerlegung der reinen Säure, theils durch die ihrer Verbindung mit Quecksilberoxydul, deren Zusammensetzung bekannt war, erhalten worden.

	Gewicht der Säure. Loth D. G.	Gewicht der Säure. Grm.	Gasvolum. Cub. Cent	Thermometer.	Barometer.
I.	0,0035	0,0514686	45,4	13°,8 C.	27″ 4‴,5
II.	0,0047	0,073437	60,0	17,8	27 11,7
	Gewicht des Quecksilbersalzes.				
III.	0,0079	0,06637	54	15,3	27 9,3
IV.	0,0088	0,07397	61	16,0	27 9,2

Berechnet man diese Analysen in 100 Theilen, so erhält man:

Digitized by

	I.	II.	III.	IV.
Kohlenstoff	34,833	35,098	34,921	35,313
Stickstoff	16,384	16,081	16,040	16,217
Sauerstoff	48,819	48,821	49,039	48,470
	100,000	100,000	100,000	100,000

Bei diesen Analysen ist kein Wasserstoff in Rechnung gebracht, obgleich bei jeder eine gewisse Menge Wasser erhalten worden ist, dessen Gewicht aber auf 0,0625 — 0,07397 Grm. nie 0,0068 Grm. überstieg; bei den meisten Analysen wurde weniger erhalten. Wenn man bedenkt, dafs bei Anwendung der Luftpumpe und aller andern Vorsichtsmafsregeln dennoch immer einige Milligram. Wasser bei Zerlegungen mit Kupferoxyd von Substanzen, die keinen Wasserstoff enthalten, erhalten werden; so wird man zugeben müssen, dafs bei Analysen, die ohne Luftpumpe angestellt worden sind, obgleich sonst keine Sorgfalt beim Austrocknen vernachlässigt worden ist, ein Wasserstoffgehalt von kaum 1 Proc. zweifelhaft seyn mufs. Die Säure ist bei mehreren andern Versuchen mit Chlorkalium gemischt zersetzt worden, und sie hat niemals Producte geliefert, von denen Wasserstoff einen Bestandtheil ausmacht.

Berücksichtigt man ferner die Art ihrer Entstehung, ihr Verhalten zum Chlor und zur Goldauflösung, so erlangt der Schlufs, dafs sie keinen Wasserstoff enthält, noch einen höheren Grad von Gewifsheit. Nach den unten folgenden Analysen des Quecksilber-, Kali- und Barytsalzes ist die Sättigungscapacität der Säure 3,265; daraus geht hervor, dafs sie 15 Atome Sauerstoff enthält; 100 Th. Säure nehmen darnach 31,234 Baryt auf, und diese 131,234 Barytsalz verbinden sich mit 18,744 Wasser, um 149,978 krystallisirtes Barytsalz zu erzeugen. In diesem Salz verhält sich der Sauerstoff des Baryts zu dem des Wassers und zu dem der Säure = 3,265 : 16,664 : 48,470 = 1 : 5 : 15. Ich glaube, dafs man dieses Verhältnifs als

Digitized by Google

einen entscheidenden Beweis des obigen Schlusses betrachten kann. Das Aequivalent der Säure ist nach der Analyse der Baryt-, Kali- und Quecksilbersalze 298, 306, 307,6, 306,2, den Sauerstoff =10 angenommen. Bei der Zersetzung der Säure mit Kupferoxyd entwickelt sich, wie oben angegeben ist, ein Gasgemenge, welches 5 Vol. Kohlensäure auf 1 Vol. Stickstoff enthält Nimmt man an, dafs diese Säure aus

15	Atomen	Kohlenstoff	=114,65
6	—	Stickstoff	= 53,11
15	—	Sauerstoff	=150,00
			317,76

bestehe, so ist ihre Zusammensetzung in 100 Theilen

Kohlenstoff	36,081
Stickstoff	16,714
Sauerstoff	47,205
	100,000

und sie stimmt mit dem Resultat der Analysen genau überein.

Obgleich es wünschenswerth gewesen wäre, dem Atomgewichte der Säure, welches aus der Berechnung hervorgeht, durch die Analyse der Salze näher zu kommen, als es mir gelungen ist; so halte ich dennoch das Resultat der Berechnung für den Ausdruck der wahren Zusammensetzung.

Wenn diese Säure mit Chlorkalium gemischt und geglüht wird, so entwickelte sich ein Gasgemenge, welches 19 Vol. Kohlensäure auf 5 Vol. Stickstoff enthielt; da aber ohne Zweifel ein Theil des zurückgebliebenen Kohlenstoffs durch den Sauerstoff der Luft in der Glasröhre in Kohlensäure verwandelt wird, und nicht mit Sicherheit ausgemittelt werden kann, ob aller Stickstoff frei wird, oder ob noch ein Theil davon mit dem Kohlenstoff verbunden zurückbleibt: so läfst sich daraus keine Folgerung ziehen.

Digitized by

Das Gas, welches sich durch Zersetzung dieser Säure mit Kupferoxyd entwickelte, enthielt weder Kohlenoxydgas, noch salpetrige Säure, oder eine andere Oxydationsstufe des Stickstoffs. Um der Abwesenheit der letzteren gewifs zu seyn, habe ich diese Säure mit chlorsaurem Kali geglüht, und das Gas, welches sich entband, und das keineswegs gefärbt war, in eine Auflösung von doppelt-kohlensaurem Kali geleitet; es entwickelte sich aber keine Spur Kohlensäure, noch enthielt die Flüssigkeit Salpetersäure. Zur Prüfung der Flüssigkeit auf Salpetersäure habe ich ein Reagens angewandt, welches neu ist, und womit man $\frac{1}{400}$ Salpetersäure entdecken kann. Die zu prüfende Flüssigkeit wird nämlich mit so viel Indigotinktur vermischt, dafs sie dadurch deutlich blau gefärbt wird. Man setzt alsdann nur einige Tropfen Schwefelsäure hinzu und erhitzt sie zum Sieden. Im Fall, dafs die Flüssigkeit Salpetersäure oder ein salpetersaures Salz enthält, wird sie entweder entfärbt oder bei geringeren Mengen geht die blaue Farbe in eine gelbe über. Setzt man der Flüssigkeit vor dem Erhitzen etwas Kochsalz zu, so läfst sich $\frac{1}{500}$ Salpetersäure mit Leichtigkeit noch entdecken.

Zur Darstellung des Welter'schen Bitters erhitzt man 1 Th. Seide mit 10 bis 12 Th. Salpetersäure (am besten in einer Retorte) und gieſst die übergegangene Säure mehrmals zurück. Die rückbleibende Flüssigkeit wird durch Zusatz von Wasser tief gelb gefärbt; man neutralisirt sie noch heifs mit kohlensaurem Kali, und scheidet aus dem, durch mehrmaliges Umkrystallisiren gereinigten Kalisalz, welches nach dem Abkühlen anschiefst, vermittelst Salpetersäure, die eigenthümliche Säure ab. Diese Säure krystallisirt auf dieselbe Art, wie die Säure aus dem Indig; sie bildet Salze von gleicher Form und denselben Eigenschaften, wie die letztere, und ihre Zusammensetzung weicht in keiner Beziehung von derselben

Digitized by Google

ab. Man erhält aus der Seide übrigens viel weniger von dieser Säure, als aus dem Indig.

Ich glaube, dafs der Name *Kohlenstickstoffsäure* (*acide carbazotique*) für diese Säure am passendsten ist, insbesondere da er auch ihre Zusammensetzung ausdrückt. Ich würde dem Namen *Bittersäure* vor jedem anderen den Vorzug gegeben haben, wenn er nicht zu Verwirrungen Veranlassung werden könnte, da man bereits eine andere Substanz mit diesem Namen belegt hat, und es noch andere Säuren geben kann, die bitter schmecken. Ich gehe zur Beschreibung der Verbindungen über, welche diese Säure mit Metalloxyden eingeht, insbesondere da ich glaube, dafs ihre Eigenschaften einiges Interesse darbieten.

Kohlenstickstoffsaures Kali.

Dieses Salz krystallisirt in mehrere Zoll langen 4seitigen, gelben, undurchsichtigen, äufserst glänzenden Nadeln; es braucht zu seiner Auflösung mehr als 260 Th. Wasser von 15° C. und eine viel geringere Menge kochendes Wasser. Eine concentrirte kochendheifse Auflösung dieses Salzes gesteht beim Erkalten zu einer gelben Masse, die aus unzähligen feinen Nadeln besteht, und aus welcher das Wasser nur schwer abfliefst. Wenn dieses Salz aus einer weniger concentrirten Flüssigkeit krystallisirt, so erscheinen die Krystalle im reflectirten Lichte bald roth, bald grün. Durch Säuren wird es zersetzt; gieſst man aber eine Auflösung der Kohlenstickstoffsäure in Alkohol zu einer Salpeterauflösung, so scheidet sich nach einiger Zeit krystallisirtes kohlenstickstoffsaures Kali ab. Im Weingeist ist es unauflöslich. Erhitzt man eine kleine Portion davon in einer Glasröhre, so schmilzt es, und gleich darauf explodirt es mit einem äufserst heftigen Knall, wodurch die Glasröhre zerschmettert wird; nach der Explosion bleibt etwas Kohle zurück.

Digitized by Google

Dieses Salz schlägt aus einer Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul kohlenstickstoffsaures Quecksilberoxydul nieder; Auflösungen von Quecksilberoxyd, Kupfer-, Blei-, Kobalt-, Eisenoxydul-, Eisenoxyd-, Kalk-, Baryt-, Strontian- und Bittererde-Salzen werden davon nicht verändert. Man erhält das kohlenstickstoffsaure Kali am reinsten, wenn man kohlenstickstoffsaures Quecksilberoxydul mit einer Auflösung von Chlorkalium erhitzt und die von dem Calomel durch Filtration getrennte Flüssigkeit erkalten läfst.

Die Schwerauflöslichkeit dieses Salzes giebt ein leichtes Mittel an die Hand, das Kali in einer Flüssigkeit zu entdecken und abzuscheiden; ich bin selbst im Stande gewesen, damit Kali in der Lackmustinktur zu entdecken; denn wenn eine Auflösung von Kohlenstickstoffsäure und Weingeist mit Lackmustinktur gemischt wurde, so scheidet sich nach kurzer Zeit kohlenstikstoffsaures Kali in Krystallen aus. Eine Auflösung von kohlenstickstoffsaurem Kali von 10° wird von salzsaurem Platin nicht getrübt.

1,120 Grm. kohlenstickstoffsaures Kali gab durch Behandlung mit Salzsäure u. s. w. 0,287 Grm. Chlorkalium; es besteht demnach aus:

Kohlenstickstoffsäure	83,79
Kali	16,21
	100,00.

Dieses Salz enthält kein Krystallwasser.

Kohlenstickstoffsaures Natron.

Krystallisirt in feinen, fadenartigen, glänzenden Nadeln; sonst verhält es sich in seinen Eigenschaften wie das kohlenstickstoffsaure Kali. Es bedarf aber zu seiner Auflösung nur 10 bis 14 Th. Wasser von 15° C.

Kohlenstickstoffsaures Ammoniak.

Dieses Salz krystallisirt in sehr glänzenden, hellgelben, langen, schmalen Blättchen; es ist im Wasser leicht

Digitized by Google

und im Weingeist schwerlöslich. In einer Glasröhre gelinde erhitzt, verflüchtigt es sich vollkommen; der Dampf desselben läfst sich entzünden; rasch erhitzt, entzündet es sich ohne Explosion, und es bleibt eine grofse Menge Kohle zurück.

Kohlenstickstoffsaurer Baryt.

Dieses Salz wurde durch Erhitzen von kohlensaurem Baryt und Kohlenstickstoffsäure mit Wasser dargestellt; es krystallisirt, in Verbindung mit Wasser, in dunkelgelben, harten, 4seitigen Säulen, oder breiten Blättern. Es ist im Wasser leichtlöslich. Erhitzt, schmilzt es und zersetzt sich mit einer äufserst heftigen Explosion und Erzeugnng einer blendenden, gelblichen, hohen Flamme; der Knall ist um so heftiger, je langsamer es erhitzt wird.

100 Th. dieses Salzes verlieren bei der Siedhitze des Wassers nach dem Mittel mehrerer Versuche 12,5 Th. Krystallwasser.

Zur Analyse wurde dieses Salz durch schwefelsaures Natron zersetzt:

0,425	wasserfr. Salz gaben	0,154	schwefels. Baryt	}	in 100 Th.	23,80	Baryt
0,714	— —	0,261	— —	}				
1,746	— —	0,656	— —		— —	24,68	—
0,525	— —	0,191	— —		— —	23,90	—

Nimmt man die zwei ersten und die vierte Analyse als die genausten an, so enthalten 100 Theile krystallisirtes Salz:

Säure	66,63	Sauerstoff	=32,295	=15
Baryt	20,87	—	= 2,178	= 1
Wasser	12,50	—	=11,009	= 5
	100,00.			

Eine Auflösung von Chlorkalium in Wasser, mit einer Auflösung von kohlenstickstoffsaurem Baryt vermischt, trübt sich nach wenigen Augenblicken, und das Kali wird, in Verbindung mit Kohlenstickstoffsäure, bis auf 1½ Proc. vollständig niedergeschlagen.

Digitized by

Kohlenstickstoffsaurer Kalk.

Wie das Barytsalz dargestellt; 4seitige, glatte Säulen, leichtlöslich, detonirt beim Erhitzen wie das Kalisalz.

Kohlenstickstoffsaure Magnesia.

Sehr lange, feine, hellgelbe, undeutliche, platte Nadeln, leichtlöslich, detonirt stark.

Kohlenstickstoffsaures Silberoxyd.

Die Kohlenstickstoffsäure löst das Silberoxyd beim Erwärmen mit Wasser mit Leichtigkeit auf; die Auflösung liefert durch gelindes Abdampfen sehr feine, goldglänzende Nadeln, die strahlenförmig gruppirt sind. Im Wasser ist es leicht löslich. *Dieses Salz läfst sich durch Abdampfen der Kohlenstickstoffsäure oder des kohlenstickstoffsauren Kali's mit salpetersaurem Silberoxyd nicht darstellen.* Bei dem Erhitzen *detonirt es nicht*, sondern brennt ab, wie Schiefspulver.

Kohlenstickstoffsaures Quecksilberoxydul.

Dieses Salz erhält man in kleinen, gelben, 4seitigen Säulen, wenn man eine kochendheifse Auflösung von kohlenstickstoffsaurem Kali mit salpetersaurem Quecksilberoxydul vermischt; es braucht mehr als 1200 Th. Wasser zu seiner Auflösung. Erhitzt verhält es sich wie das Silbersalz.

0,630 dieses Salzes lieferten durch Behandlung mit Chlornatrium 0,336 Calomel, ein andermál gaben 1,311 Salz 0,696 Chlorür. Nach der ersteren Analyse würde es bestehen aus:

Kohlenstickstoffsäure	53,49
Quecksilberoxydul	46,51
	100,00

nach der andern aus:

Säure	54,09
Quecksilberoxydul	45,91
	100,00.

Digitized by Google

Kohlenstickstoffsaures Kupferoxyd.

Dieses Salz läfst sich durch Zersetzung von kohlenstickstoffsaurem Baryt mit schwefelsaurem Kupferoxyd leicht darstellen; es ist grün, krystallisirt in farrenkrautartigen Blättern, löst sich in seinem gleichen Gewicht kalten Wasser auf und zerfliefst an der Luft. Es detonirt beim Erhitzen nicht; ja es entzündet sich nicht einmal, und selbst bei heftigem Glühen nicht.

Kohlenstickstoffsaures Bleioxyd.

Man erhält durch Vermischen eines Bleisalzes mit kohlenstickstoffsaurem Natron einen gelben, im Wasser kaum auflöslichen Niederschlag, der beim Erhitzen sehr stark detonirt.

Alle diese Salze zersetzen sich beim Erhitzen in verschlossenen Gefäfsen mit einer viel stärkeren Explosion, als in offenen. Dadurch möchte wohl die Theorie der Fulmination des Hrn. Brianchon einige Modificationen erleiden. Es ist mir sehr unerwartet gewesen, dafs diejenigen kohlenstickstoffsauren Salze, deren Base ein Metalloxyd ist, welches seinen Sauerstoff *leicht* fahren läfst, in der Hitze *nicht* detoniren, während bei den knallsauren Salzen die Detonation von dem Sauerstoff der Base zum Theil abhängig zu seyn scheint. Ich glaubte, dafs bei der Zersetzung des Baryt- und Kalisalzes die heftige Detonation von der Bildung von Kohlenoxydgas herrühre, und ich verfehlte nicht, darüber einige Versuche anzustellen. Kohlenstickstoffsaures Kali und Baryt wurden, mit Chlorkalium vermischt, in einer Glasröhre geglüht; das Gas, welches sich entwickelte, enthielt aber kein Kohlenoxydgas, sondern bestand allein aus Kohlensäure und Stickgas.

Es ist bekannt, dafs sich bei der Behandlung vieler thierischer Substanzen mit Salpetersäure eine gelbe Substanz erzeugt, die häufig unter dieselbe Classe von Körpern gezählt wurde, worunter man das Indigbitter und

Digitized by

das Welter'sche Bitter rechnete. Ich habe Eiweifs, Hornspähne u. s. w. mit Salpetersäure behandelt, allein ich beschreibe die Resultate nicht, weil sie alle in der vortrefflichen Abhandlung über thierische Chemie enthalten sind, die Berzelius vor 15 Jahren herausgegeben hat *).

Wenn man 8 Th. Salpetersäure über 1 Th. Aloë abzieht, und die rückständige Flüssigkeit mit Wasser vermischt; so schlägt sich eine röthlichgelbe, harzähnliche Substanz nieder, die durch Auswaschen pulverig wird. Sie ist von Braconnot **) entdeckt worden. Man erhält sie in gröfster Menge, wenn zu ihrer Bereitung verdünnte Salpetersäure (1,25 spec. Gew.) angewandt wird. Dampft man die über dieser Substanz stehende dunkelgelbe Flüssigkeit bis zu einem gewissen Grade ab, und läfst sie erkalten, so bilden sich darin grofse, breite, gelbe, undurchsichtige, *rhomboëdrische* Krystalle, die auf einander sitzen. Diese Krystalle habe ich anfänglich für eine besondere Substanz gehalten, allein sie bestehen aus einer Verbindung von Kleesäure mit Aloëbitter; nur durch 5 bis 6maliges Umkrystallisiren läfst sich das Aloëbitter von der Kleesäure trennen, und die letztere erkennen. Diese Verbindung des Aloëbitters mit Kali erhält man in Gestalt eines körnigen, undeutlich krystallisirten, dunkelpurpurrothen Salzes, welches Baryt-, Eisenoxyd- und Bleisalze in purpurrothen, salpetersaures Quecksilberoxydul und salzsaures Zinnoxydul in hellrothen Flocken niederschlägt. Weingeist zieht aus demselben eine purpurrothe Substanz aus, welche nicht mehr sauer reagirt, und mit Kali zwar eine Verbindung eingeht, die aber nicht mehr detonirt.

Die

*) Schweigger's Journ. der ält. Reihe. Bd. IX.

**) *Ann. de chimie. T. LXVIII. p.* 28. Vergl. auch Chevreul ebendaselbst. T. LXXIII. p. 46., und Gilbert's Ann. Bd. XLIV. S. 46.

Digitized by Google

Die Kaliverbindung wurde durch Fällung des Bitters mit Salz und Schwefelsäure zerlegt; sie enthielt 5 bis 6 und 8 Proc. Kali. Bei einem andern Versuche wurde eine Auflösung derselben mit essigsaurem Bleioxyde zersetzt, und wider alle Erwartung betrug der Niederschlag an Gewicht weniger als das angewandte Kalisalz; aus dem erhaltenen Waschwasser, welches eine gelbe Farbe besafs, setzten sich beim Abdampfen kleine gelbe Krystalle ab, welche, mit schwefelsaurem Kali erhitzt, sich zersetzten; die von dem schwefelsauren Blei abfiltrirte Flüssigkeit gab nach dem Erkalten Krystalle von kohlenstickstoffsaurem Kali, aus welchen sich die Kohlenstickstoffsäure, vermittelst stärkerer Säuren, ausscheiden liefs.

Das Waschwasser enthielt ferner salpetersaures Blei aufgelöst.

Kocht man Aloë mit Salpetersäure von 1,430 spec. Gew., und zwar so lange als sich noch Dämpfe von salpetriger Säure entwickeln, so erhält man, wenn man die rückständige Flüssigkeit mit etwas Wasser vermischt, um das noch nicht zersetzte Aloëbitter abzuscheiden, durch Abdampfen der davon abfiltrirten Flüssigkeit, nach dem Erkalten eine grofse Menge Krystalle von Kohlenstickstoffsäure. Bei der Anwendung von concentrirter Salpetersäure erhält man, wie sich voraussehen liefs, keine Spur mehr von Kleesäure.

Das sogenannte Aloëbitter verdankt also seine verpuffenden Eigenschaften der Kohlenstickstoffsäure, und ist als eine Verbindung derselben mit einer eigenthümlichen Substanz zu betrachten, die dem sogenannten Indigharz correspondirt.

Das Aloëbitter löst sich in 800 bis 1000 Th. kaltem Wasser auf; in heifsem ist es leichter auflöslich. Die Auflösung besitzt eine prächtige Purpurfarbe. Kocht man Seide mit einer Auflösung dieser Substanz, so nimmt sie eine sehr dauerhafte Purpurfarbe an, die der Seife und

Digitized by

den Säuren (aufser der Salpetersäure) vollkommen widersteht. Die Salpetersäure verändert diese Farbe in gelb: allein durch Auswaschen der Lappen in reinem Wasser erscheint die Purpurfarbe wieder. Durch zweckmäfsige Beitzen läfst sich diese Farbe auf unzählige Art nüanciren. Wolle wird durch diesen Farbestoff ausgezeichnet schön schwarz gefärbt; diese Farbe ist sehr dauerhaft und wird durch das Licht nicht im mindesten verändert. Leder wird purpurfarben, und Baumwolle rosenroth; doch widersteht die letztere Farbe der Seife nicht. Ich habe einige Versuche mit dieser Substanz angestellt, in der Hoffnung, ein dem Lichte widerstehendes Rosenroth auf Seide zu erhalten, und ich habe mich überzeugt, dafs, wenn es jemals gelingt, die Seide ächt rosenroth zu färben, es nur mit Hülfe dieser Substanz geschehen wird.

Morphin, Narcotin, Chinin, Myrrhe, Wolle liefern durch Behandlung mit concentrirter Salpetersäure keine Kohlenstickstoffsäure.

Digitized by Google

II. *Ueber die Krystallisation des Adulars, nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über das zwei und eingliedrige System; von A. T. Kupffer, Professor in Kasan.*

I.

Der Feldspath gehört zu denjenigen Mineraliengattungen, deren Krystallisation am sorgfältigsten und von den ausgezeichnetsten Krystallographen studirt worden ist; und wir sind in der That schon so weit gekommen, dafs niemand mehr an der Nothwendigkeit, ihn in mehrere Gattungen theilen zu müssen, zweifelt. Die Formen dieser verschiedenen Gattungen sind nicht nur in ihren Winkeln, sondern auch in Hinsicht der Vertheilung ihrer Flächen so sehr von einander abweichend, dafs ihre Unterscheidung auch ohne genaue Winkelmessung möglich ist; und so konnte es geschehen, dafs nach unumstöfslicher Festsetzung der Species dennoch die genauere Bestimmung der Krystallform noch zu wünschen übrig blieb. Dieses Schicksal hat besonders den Adular getroffen; wir wissen ihn vollkommen von den übrigen Feldspathen zu unterscheiden. Aber da die hintere Zuschärfungsfläche x (Fig. 2. Taf. IV.) seiner rhombischen Säule fast nie glänzend ist, so besitzen wir keine Messung, aus der man die Neigung dieser Fläche gegen die Axe ableiten könnte, und es ist uns unbekannt, ob sie eben so gegen die Axe geneigt ist, wie die Fläche P, oder nicht, ob mithin die Grundform des Adulars ein grades oder ein schiefes Rhombenoctaëder ist.

Einige kleine und wohlgebildete Krystalle aus Tyrol haben mich in den Stand gesetzt, diese Frage zu entscheiden. Ich fand durchgehends die Neigung von x gegen die Axe gröfser als die Neigung von P gegen die

Digitized by G

Axe, wie aus folgenden Messungen mit dem Reflexionsgoniometer hervorgeht.

Die Flächen P und T waren sehr glänzend, einige Bilder waren vorzüglich schön, andere sehr schwach; wo sich Doppelbilder zeigten, wurden die Messungen verworfen. Die Fläche x gab im Allgemeinen ein deutliches Bild, sehr oft aber Doppelbilder, die jedoch nie mehr als um 10′ von einander entfernt waren.

Neigung von T zu T, Mittel aus 3 Messungen *), deren gröfste Differenz 1′,5 betrug	118°	48′,6 **)
Neigung von T zu P, Mittel aus 5 Messungen, deren gröfste Differenz 3′,8 betrug	112	16,0 ***)
Neigung von x zu T, Mittel aus 2 Messungen	110	40¼
Neigung von x zu P, Mittel aus 2 Messungen	129	40,8

Diese Messungen sind zwar als diejenigen, die am besten unter einander stimmen, aus mehreren ausgesucht, von denen einige um 10′ von einander abweichen; aber der Unterschied von x zu T und von P zu T ist zu grofs, als dafs ein Beobachtungsfehler an demselben Schuld seyn könnte.

Bezeichnet man die Neigung von T zu P mit G, die halbe Neigung von T zu T mit F, die Neigung von P gegen die Axe mit g, so ist

$$\cos g = \frac{\cos G}{\sin F}$$

*) Ich verstehe hier unter jeder Messung das Resultat von 10 bis 12 Repetitionen an demselben Flächenpaar; drei Messungen erfordern also 3 Reihen von Werthen, an drei verschiedenen Flächenpaaren beobachtet.

**) Mohs fand 118° 52′; G. Rose aber 119° 18′.

***) G. Rose fand 112° 14¼.

Digitized by Google

und man findet g, oder die Neigung von P gegen die Axe, gleich . . . . . 63° 53′,0

Eben so findet man die Neigung von x gegen die Axe 65 47,3

Die Summe dieser beiden Winkel weicht nur um $\frac{1}{2}'$ von dem beobachteten Werth der Neigung von $x:P$ ab.

Ich habe mich durch mehrere Messungen überzeugt, dafs die Fläche P auf die vordere Seitenkante *grade* aufgesetzt ist.

Die Grundform des Feldspaths ist also ein schiefes Rhombenoctaëder, dessen vordere und hintere Endkante um 63° 53′ und 65° 47′,3 gegen die verticale Axe geneigt sind, und dessen Basiskanten so liegen, dafs ihre mit der verticalen Axe parallele Abstumpfungsflächen einen Winkel von 118° 48′,6 mit einander machen.

Die übrigen Winkel kann man leicht durch folgende allgemeine Formeln für das schiefe Rhombenoctaëder finden.

A. Winkel an der Grundform

bezeichnet man die Neigungen der vordern und hintern Endkante eines schiefen Rhombenoctaëders mit r und r_1; die Neigung der Axe a gegen die Axe c aber mit α *), so ist bekanntlich

$$(1)\quad tg\,\alpha = \frac{2\sin r \sin r_1}{\sin(r_1 - r)}$$

Legt man ferner Ebenen durch je zwei und zwei Axen, so bilden diese Ebenen mit den Octaëderflächen und mit den Säulenflächen verschiedene dreikantige Ecken, bei denen gröfstentheils eine Neigung $= 90°$ ist, und

*) Hier ist nämlich, wie immer, c die verticale Halbaxe des schiefen Rhombenoctaëders, b diejenige halbe Diagonale der Basis, die mit c einen rechten Winkel macht, und a diejenige, welche mit c einen schiefen Winkel macht. Man stellt dasjenige a nach vorn, welches herabwärts geneigt ist; das hintere a bezeichnet man mit a'; α ist der scharfe Winkel zwischen der Axe a' und c.

Digitized by

deren ebene und Kantenwinkel wie die Seiten und Winkel eines rechtwinklichen sphärischen Dreiecks zusammenhängen. Man erhält so folgende aus der sphärischen Trigonometrie hinlänglich bekannte Formeln, in welchen g die halbe Neigung der vorderen Säulenflächen, γ die halbe Neigung der vordern Basiskante des schiefen Rhombenoctaëders, B und B_1 die Neigung der Octaëderflächen an der vordern und hintern Endkante, D und D_1 die Neigungen der vordern und hintern Octaëderflächen gegen die Basis, C und C_1 die Neigungen der vordern und hintern Octaëderflächen gegen eine durch die Axe b, c gelegte Ebene, und endlich r' die Neigung der Seitenendkante gegen die Axe bedeutet.

(2) $tg\,\gamma = sin\,\alpha\, tg\, g$

(3) $tg\,\frac{1}{2}B = \frac{tg\,\gamma}{sin(\alpha - r)}$

(4) $tg\,\frac{1}{2}B_1 = \frac{tg\,\gamma}{sin(\alpha + r_1)}$

(5) $tg\,D = \frac{tg(\alpha - r)}{sin\,\gamma}$

(6) $tg\,D_1 = \frac{tg(\alpha + r_1)}{sin\,\gamma}$

(7) $cos\,C = sin\,\frac{1}{2}B\, cos\,r$

(8) $cos\,C_1 = sin\,\frac{1}{2}B_1\, cos\,r_1$

(9) $sin\,r' = \frac{tg\,r}{tg\,C}$

Aus (1) findet man, indem man $r = 63°\ 53',0$ und $r_1 = 65°\ 47',3$ setzt:

$$\alpha = 88°\ 50',2.$$

Ferner aus (2), da $g = 59°\ 24',3$

$$\gamma = 59°\ 24',0.$$

Und so fort gerechnet:

$\frac{1}{2}B = 75°\ 59',4$	$C = 64°\ 43',0$
$\frac{1}{2}B_1 = 75\ 46,7$	$C_1 = 66\ 43,5$
$D = 28\ 23,8$	$r' = 74\ 28,0.$
$D_1 = 28\ 51,4$	

B. Neigungen der secundären Flächen.

Die am Adular vorkommenden Flächen sind nach der Weissischen Bezeichnungsart (siehe dessen Abhandlung über mehrere neu beobachtete Krystallflächen des Feldspaths etc., in den Schriften der Berliner Aca-

Digitized by Google

demie für 1820 und 21), aus der auch die Figuren 1. 2. 3. 4. Taf. IV. entnommen sind folgende:

$T=[\ a:b:\infty c\ ]$	$g=[\ \infty a:b:c\ ]$
$M=[\infty a:b:\infty c]$	$o=[\ a':\frac{1}{2}b:c\ ]$
$z=[\ 3a:b:\infty c\ ]$	$s=[\ a':\frac{1}{6}b:c\ ]$
$k=[a:\infty b:\infty c]$	$n=[\ a:\frac{1}{4}b:c\ ]$
$P=[\ a:\infty b:c\ ]$	$i=[\ a:\frac{1}{12}b:c\ ]$
$x=[\ a':\infty b:c\ ]$	$h=[\ a:\frac{3}{4}b:c\ ]$
$y=[\frac{1}{3}a':\infty b:c]$	$m=[\frac{1}{3}a:\frac{1}{2}b:c]$
$q=[3a':\infty b:c\ ]$	$u=[\frac{1}{3}a':\frac{1}{4}b:c]$
$r=[\frac{3}{5}a':\infty b:c\ ]$	$v=[\frac{1}{3}a':\frac{1}{8}b:c]$
$t=[\frac{1}{5}a:\infty b:c\ ]$	$d=[\frac{1}{5}a:\frac{1}{8}b:c\ ]$

Weifs hat diesen Zeichen rechtwinkliche Axen zum Grunde gelegt; wir haben aber oben gesehen, dafs die Halbaxe a mit der Halbaxe c einen schiefen Winkel macht, welches übrigens an den Coëfficienten der obigen Zeichen nichts ändert.

Von den Neigungen dieser Flächen sind diejenigen von Flächen, die durch die Säulenkanten der Grundform oder durch ihre vordere und hintere Endkante gehen, am leichtesten zu berechnen. Es ist offenbar

$$tg\,\tfrac{1}{2}\frac{z}{z}=\tfrac{1}{3}\,tg\,g;\quad tg\,\tfrac{1}{2}\frac{o}{o}=\tfrac{1}{2}tg\,\tfrac{1}{2}B_1;\quad tg\,\tfrac{1}{2}\frac{n}{n}=\tfrac{1}{4}tg\,\tfrac{1}{2}B$$

und so fort. Man findet so nach und nach Neigung von:

$z:z$	58° 49′,4	$n:n$	90° 6′,9
$o:o$	126 14,4 *)	$i:i$	36 56,4
$s:s$	66 39,6	$h:h$	143 12,0

Gehen die Flächen durch abgeleitete Endkanten, so mufs man erst die Neigung dieser gegen die Axe berechnen, vermöge der Formeln:

$$\left.\begin{aligned} cot\,\varrho&=\frac{sin(\Phi+r)}{n\,sin\,\Phi\,sin\,r}\\ cot\,\varrho_1&=\frac{(sin\,\Phi-\varrho_1)}{n\,sin\,\Phi\,sin\,r_1}\end{aligned}\right\}\ \text{worin}\ cot\,\Phi=(n-1)cot\,\alpha.$$

*) Diesen Winkel fand Mohs mit dem Reflexionsgoniometer gleich 126° 12′.

Digitized by Google

Hier ist ϱ die Neigung einer vordern abgeleiteten Endkante gegen die Axe, ϱ_1 die einer hintern; n ist der Coëfficient von a oder a^1 im Weissischen Zeichen der graden Abstumpfungsfläche der abgeleiteten Endkante, den Coëfficienten von c der Einheit gleich gesetzt. Man findet so: Neigung von

y gegen die Axe ..	35°	44′,5	t gegen die Axe ..	22°	52′,5
q - - - ..	81	54,2	mm*) - - - ..	34	56,3
r - - - ..	52	39,5			

Jetzt ist es leicht, die Neigung Γ von Flächen zu finden, die durch eine von diesen Endkanten gehen, und zugleich durch die Seitenendkanten des Grundoctaëders, vermöge der Formel:

$$tg\,\tfrac{1}{2}\Gamma = \frac{tg\,r^1}{sin\,\varrho}$$

Das zweite Glied dieser Gleichung mit dem Coëfficienten von b im Weissischen Zeichen multiplicirt, giebt die Tangente der halben Neigung der abgeleiteten Flächen, oder:

$$tg\,\tfrac{1}{2}\Delta = \beta . \frac{tg\,r^1}{sin\,\varrho}$$

wenn man die Neigung der abgeleiteten Flächen mit Δ, den Coëfficienten von b, den ihr Zeichen enthält mit β, und die Neigung der Endkante, durch welche sie gehen, gegen die Axe mit ϱ bezeichnet. Man findet so: Neigung von

$m{:}m$	144°	40′,8	$v{:}v$	75°	11′,0
$u{:}u$	113	59,8	$d{:}d$	98	19,4

Um die Neigungen der Endflächen P, x, y, t gegen die Säulenflächen T' und z zu berechnen, bedient man sich des rechtwinklichen sphärischen Dreiecks, wel-

*) Ich bezeichne die Durchschnittslinie zweier Flächen, indem ich die Buchstaben der beiden Flächen neben einander schreibe. mm heifst also die von den Flächen m, m gebildete Endkante.

Digitized by Google

ches aus dem Durchschnitt der Endfläche mit der Säulenfläche, und mit einer durch die Säulenkante TT (oder zz) und die Axe c gelegten Ebene gebildet wird. In demselben ist, nach den bekannten trigonometrischen Formeln für's rechtwinkliche sphärische Dreieck

$$\cos G = \sin F \cos g$$
$$\operatorname{tg} f = \operatorname{tg} F \sin g$$
$$\operatorname{tg} h = \frac{\operatorname{tg} g}{\cos F}$$

worin G die Neigung der Endfläche gegen die Säulenfläche, F die halbe Neigung der Säulenflächen, g das Complement der Neigung der Endfläche gegen die Axe zu 180°, f den halben ebenen Winkel zwischen den Durchschnittslinien der Endfläche mit den beiden Säulenflächen, und h den ebenen Winkel zwischen der Säulenkante und der Durchschnittslinie der Endfläche mit der Säulenfläche bedeutet. Man findet vermittelst dieser Formeln: Neigung von

$P:T$	112°	16′,0	$t:T$	142°	28′,4
$P:z$	102	29,1	$t:z$	116	54,0
$x:T^{\prime}$	110	40,3	$r:T^{\prime}$	121	28,5
$x:z^{\prime}$	101	37,1	$r:z^{\prime}$	107	19,8
$y:T^{\prime}$	134	19,2	$q:T$	96	57,9
$y:z^{\prime}$	113	29,4	$q:z$	93	57,9

Ebener Winkel zwischen

(h) TT u. PT	104°	0′,6	(2f) TT u. Tt	140°	20′,6
(2f) PT u. PT	113	16,2	Tt u. Tt	66	38,6
Tz u. Pz	113	7,5	Tz u. tz	154	9,4
Pz u. Pz	53	41,8	tz u. tz	24	43,2
$T^{\prime}T^{\prime}$ u $xT^{\prime}$	102	53,5	TT u. Tr	111	13,3
$xT^{\prime}$ u. $xT^{\prime}$	114	5,4	Tr u. Tr	106	43,2
$T^{\prime}z^{\prime}$ u. $xz^{\prime}$	111	23,4	Tz u. rz	123	36,5
$xz^{\prime}$ u. $xz^{\prime}$	54	25,4	rz u. rz	48	16,8
$T^{\prime}T^{\prime}$ u. $yT^{\prime}$	125	16,1	$T^{\prime}T^{\prime}$ u. $qT^{\prime}$	94	8,5
$yT^{\prime}$ u. $yT^{\prime}$	89	18,2	$qT^{\prime}$ u. $qT^{\prime}$	118	18,4
$T^{\prime}z^{\prime}$ u. $yz^{\prime}$	140	26,2	$T^{\prime}z^{\prime}$ u. $qz^{\prime}$	97	3,9
$yz^{\prime}$ u. $yz^{\prime}$	36	27′,2	$qz^{\prime}$ u. $qz^{\prime}$	58	20,0

Digitized by

Auf ähnliche Weise findet man:

Neigung von g gegen g . . . . . 148° 56′,4

- - g gegen eine durch Axen b, c gelegte Ebene 88 52,8

ferner Neigung von:

$g:P$	. . . . .	150° 52′,4	$h:x$	. . . . .	127° 17′,0
$g:x$	. . . . .	150 31,3	$i:x$	. . . . .	101 40,1
$o:y$	. . . . .	140 32,5	$m:t$	. . . . .	158 43,4
$o:r$	. . . . .	150 18,0	$m:P$	. . . . .	146 29,8
$n:x$	. . . . .	116 51,8	$g:n$	. . . . .	125 49,7
$n:t$	. . . . .	122 17,1	$q:o$	. . . . .	148 58,3
$o:P$	. . . . .	124 42,5			

Um die Neigungen der verschiedenen Endflächen von der Form $[\alpha a:\beta b:c]$ gegen einander zu berechnen, z. B. von u gegen o, lege man eine Ebene durch die Kanten uu, oo, und die Axe c; diese Ebene bildet offenbar mit den Flächen u, o ein sphärisches Dreieck, in welchem uns die Neigungen der Flächen u, o gegen die eben bezeichnete Ebene $\left(\text{nämlich } \frac{1}{2}\frac{u}{u} \text{ und } \frac{1}{2}\frac{o}{o}\right)$ und die Neigung der beiden Kanten uu und oo gegen einander (nämlich das Complement der Differenz ihrer Neigungen gegen die Axe zu 180°) bekannt sind. Bezeichnet man also die beiden ersten Neigungen mit B, C, die letzten Winkel mit a; endlich die Neigung $\frac{u}{o}$ mit A und die ebenen Winkel, die zwischen den Kanten uu, uo und oo eingeschlossen sind, mit b und c, so ist nach den bekannten Gaussischen Formeln:

$$tg\,\tfrac{1}{2}(b-c) = tg\,\tfrac{1}{2}a \cdot \frac{\sin\frac{1}{2}(B-C)}{\sin\frac{1}{2}(B+C)}$$

$$tg\,\tfrac{1}{2}(b+c) = tg\,\tfrac{1}{2}a \cdot \frac{\cos\frac{1}{2}(B-C)}{\cos\frac{1}{2}(B+C)}$$

$$\cos\tfrac{1}{2}A = \sin\tfrac{1}{2}a \cdot \frac{\sin\frac{1}{2}(B-C)}{\sin\frac{1}{2}(b-c)}$$

Digitized by Google

Diese Formeln sind so bequem zur Rechnung, und führen so schnell zum Ziele, besonders wenn man mehrere Winkel zu berechnen hat, dafs sie in ähnlichen Fällen vorzugsweise anzuwenden sind.

Man findet vermittelst dieser Formeln die Neigung von:

$o:T'$	123°	1′,6	$g:o$	153°	49′,8
$o:z'$	124	59,2	$g:T$	98	48,2
$s:T'$	128	15,6	$g:T'$	96	51,6
$u:T'$	149	40,4	$g:z$	104	3,4
$u:o$	153	21,0	$g:z'$	102	55,6
$o:v$	146	1,2	$n:g$	143	50,8
$v:T'$	146	2,8	$n:m$	143	33,8
$v:z$	158	58,4	$n:s$	146	58,8
$v:n$	129	11,6	$n:d$	150	0,2
$o:n$	136	15,2	$d:T$	158	53,0
$n:T$	128	53,0	$h:T$	121	21,0
$n:T'$	95	14,4	$i:T$	127	4,0
$n:z$	140	12,4			

Von diesen Neigungen lassen sich einige schon aus andern durch blofse Subtraction oder Addition finden, indem die Flächen, die sie bilden, in einer Zone liegen; es ist aber besser, sie besonders zu berechnen, damit man die auf beiden Wegen gefundenen Werthe controliren und sich so überzeugen könne, dafs kein Fehler in der Rechnung vorgefallen ist, was bei einer so grofsen Menge Winkel so leicht geschieht. Alle angeführten Winkel sind mit Logarithmen von 5 Decimalen berechnet, so dafs man nicht immer einer 0′,1 sicher ist. Wenn man die Gaussischen Formeln anwendet, berechnet man mit jeder Neigung zugleich zwei ebene Winkel; ich habe diese indefs der Kürze wegen, und weil sie uns nicht besonders interessiren, weggelassen. Ich will sie nur für Fig. 1. Taf. IV. vollständig anführen.

Digitized by Google

Ebener Winkel zwischen den Kanten:

$T'T'$ u. $T'y$	125°	16′	nT u. nz	140°	23′
$T'y$ u. $T'u$	130	43	nz u. nM	136	27
$T'u$ u. $T'v$	143	39	nM u. nv	129	6
$T'v$ u. $T'z'$	140	21	nv u. no	134	4
$T'z'$ u. $z'v$	96	47	no u. nP	96	50
$z'M$ u. vM	144	16	vM u. vn	115	47
vM u. Mn	99	38	vn u. vo	117	16
Mn u. Mz	116	7	vo u. vu	126	57
Mz u. nz	96	47	vu u. uo	84	44
Tz u. nT	125	16	on u. ov	94	52
nT u. Tt	94	23	on u. oP	121	26
tT u. TT	140	21	oP u. ox	110	33
Tt u. Tt	66	39	ou u. ov	143	42
Tt u. tn	113	21	Po u. Pn	123	22
tn u. tP	123	20	Po u. Px	146	38
Pn u. nt	129	6	uy u. $T'y$	135	21
nt u. nT	131	4	$T'y$ u. $T'y$	89	18

II.

Ich habe in meiner Abhandlung über die Krystallisation des Kupfervitriols *) gezeigt; dafs jedwede drei Durchschnittslinien in einem System von Krystallflächen als Axen dienen können. Dieser Linien giebt es aber viele, und es fragt sich, welche von ihnen man vorzugsweise als Axen ansehen soll.

Die meisten Krystalle sind so gebildet, dafs immer mehrere Flächen sich unter parallelen Linien schneiden. Auf diese Weise erscheinen an denselben mehrere Zonen von Flächen, deren Axen man vorzugsweise als Axen des ganzen Systems von Flächen, welche den Krystall ausmachen, ansehen kann. Aber auch dieser Axen giebt es gewöhnlich mehr als drei, und wir müssen wieder

*) Siehe diese Annalen, Jahrgang 1826, St. 9.

Digitized by Google

unter ihnen wählen Man unterscheidet deshalb gewisse Hauptzonen, als diejenigen, in welchen die allermeisten Flächen liegen; unter den Axen dieser Hauptzonen giebt es in den meisten Fällen drei, die rechte oder überhaupt solche Winkel unter einander machen, welche Tautometrie herbeiführen; und diese nimmt man alsdann als die wahren Axen an. Wo sich alle diese Axen unter schiefen Winkeln schneiden, ist die Wahl willkührlicher; aber auch in diesem Fall lassen sich gewisse Regeln vorschreiben, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird.

Die Hauptzonen stehen also in der engsten Verbindung mit der Grundform, und deuten unmittelbar auf dieselbe hin. In den Systemen des Rhomboëders und der geraden Octaëder ist dieser Zusammenhang besonders deutlich wahrzunehmen, so dafs man bei diesen Formen nur der Vertheilung der parallelkantigen Flächen zu folgen braucht, um sogleich diese Grundform zu erkennen; da ferner bei diesen Systemen die horizontalen Axen mit den verticalen, und bei den Octaëdern auch die horizontalen Axen unter einander rechte Winkel machen sollen, so ist die Wahl unter mehreren Axen, die sich dem Beobachter darbieten, so beschränkt, dafs hier fast nichts der Willkühr überlassen bleibt. Nur beim Rhomboëder und Quadratoctaëder kann die Wahl zwischen den Axen der für's Erste angenommenen Grundform und den Axen des nächst stumpferen Körpers zweifelhaft bleiben. Verfährt man eben so bei den Systemen der schiefen Octaëder, d. h. geht man nur von der respectiven Lage wirklich und in grofser Anzahl existirender und nicht von der Lage blofs denkbarer Flächen aus, so wird man nothwendig auf schiefwinkliche Axen geführt, die wenigen Fälle ausgenommen, wo eine Reduction auf rechtwinkliche Axen sich gewissermafsen von selbst darbietet, z. B. beim Pyroxen.

Es sey, Fig. 5. Taf. IV., der durch die Axen a_1, c

Digitized by Google

gelegte Durchschnitt eines schiefen Rhombenoctaëders; BD ist die Halbaxe a_s*); AD die Halbaxe c; AB ist eine vordere Endkante, deren gerade Abstumpfungsfläche, auf die schiefwinklichen Axen BD, AD bezogen, folgendes Zeichen hat:

$$[a_s : \infty b : c].$$

Wir wollen nun eine mit AC rechtwinkliche Axe BC ziehen, so kann man BD auch als eine Endkante ansehen, an dem geraden Rhombenoctaëder, dessen Axen mit den Linien AC, BC zusammenfallen. Die Weissischen, auf rechtwinkliche Axen bezogenen Zeichen der geraden Abstumpfungsflächen der Endkanten BD und AB seyen:

$$[a : \infty b : pc] \quad \text{und} \quad [a : \infty b : mc],$$

so ist offenbar, wenn man $BC = a$ setzt

$$DC = p; \quad AC = m,$$

mithin $$AD = m - p.$$

Es sey BF eine andere vordere Endkante, deren grade Abstumpfungsfläche

$$[a : \infty b : m'c]$$

zum Zeichen habe, alsdann ist $FC = m'$, also

$$FD = m' - p.$$

Die Zeichen der Abstumpfungsflächen der Kanten AB, FB, auf die schiefwinklichen Axen BD, AD bezogen, sind hiernach offenbar, wenn man $BD = a_s$ setzt,

$$[a_s : \infty b : (m-p)c] \text{ und } [a_s : \infty b : (m'-p)c].$$

Will man dem Zeichen der graden Abstumpfungsfläche der Endkante AB, auf die schiefwinklichen Axen bezogen, die Form:

$$[a_s : \infty b : c]$$

geben, so mufs man die Coëfficienten von c in den obigen Zeichen mit $(m-p)$ dividiren, und erhält so:

*) Ich bezeichne die nach vorn gerichtete Halbaxe des schiefen Rhombenoctaëders mit a_s, wo der Exponent s andeuten soll, dafs sie einen schiefen Winkel mit der verticalen Axe c macht.

Digitized by Google

$$\frac{m^{I}-p}{m-p}$$

als der Werth des Coëfficienten von c im Zeichen der Abstumpfungsfläche irgend eine vordere Endkante, auf schiefwinkliche Axen bezogen, deren Weissisches Zeichen

$$[a:\infty b:m^{I}c]$$

ist.

Ist $m^{I}<p$, oder trifft die Endkante die Axe AC unterhalb D, z. B. in G (Fig. 7. Taf. IV.), so wird der Coëfficient von c im Zeichen, welches sich auf schiefwinkliche Axen bezieht, negativ, welches anzeigt, dafs die in Frage stehende Endkante am schiefen Rhombenoctaëder hinten liegt, während sie beim graden vorn liegt.

Liegt endlich die grade Abstumpfungsfläche der Endkante, deren Weissisches Zeichen

$$[a:\infty b:m^{II}c]$$

sey, hinten, wie z. B. $B^{I}H^{I}$ (Fig. 6. Taf. IV.), so ist offenbar, wenn man BH mit $B^{I}H^{I}$ parallel macht

$$HD=CD+CH.$$

Es ist aber $CD=p$, $HC=CH^{I}=m^{II}$; HD ist der Coëfficient von c im Zeichen der Abstumpfungsfläche, das sich auf schiefwinkliche Axen bezieht, der aber noch vorher mit $m-p$ dividirt werden mufs; dieser Coëfficient ist also:

$$\frac{m^{II}+p}{m-p.}$$

Ich will mich jetzt bemühen, an einem Beispiel zu zeigen, dafs wenn Flächen, die einem schiefen Octaëder angehören, die man aber auf rechtwinkliche Axen bezogen hat, sehr zusammengesetzte Zeichen haben, diese sehr einfach werden, wenn man die natürlichen schiefwinklichen Axen wieder einführt, so dafs in dieser Einfachheit der Zeichen der beste Beweis für die Schiefwinklichkeit der Axen liegt.

Die Grundform des Titanits (oder Sphens) ist nach G. Rose ein grades Rhombenoctaëder, dessen hintere

Digitized by Google

Endkante von der Fläche P^l, dessen Basiskanten von den Flächen M, M gerade abgestumpft werden *). Die Weifsischen (auf rechtwinkliche Axen zu beziehenden) Zeichen aller vorkommenden Flächen sind folgende:

Abstumpfungsflächen vorderer und hinterer Endkanten.

$$M=[\,a:b\infty c\,] \qquad l=[\,a:3b:\infty c\,]$$
$$q=[\,\infty a:b:\infty c\,] \qquad T^l=[\,a^l:\infty b:c\,]$$
$$f=[\,a:\infty b:5c\,]^* \qquad g^l=[\,a^l:\infty b:7c\,]^*$$
$$x=[\,a:\infty b:9c\,] \qquad y=[\,a:\infty b:17c\,]$$
$$v^l=[\,a^l\infty b:19c\,] \qquad z=[\,a:\infty b:27c\,]$$
$$h^l=[a^l:\infty b:55c]^*$$

Zuspitzungsflächen oder Flächen abgeleiteter Octaëder.

$$o^l=[\,a^l:\tfrac{1}{2}b:c\,] \qquad r^l=[\,a^l:\tfrac{1}{6}b:c\,]$$
$$u=[\,\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{2}b:c\,] \qquad n=[\,\tfrac{1}{5}a:\tfrac{1}{4}b:c\,]$$
$$d=[\,\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{12}b:c\,] \qquad w^l=[\,\tfrac{1}{7}a^l:\tfrac{1}{8}b:c\,]$$
$$i^l=[\,\tfrac{1}{10}a^l:\tfrac{1}{8}b:c\,] \qquad k=[\,\tfrac{1}{11}a:\tfrac{1}{2}b:c\,]$$
$$s=[\,\tfrac{1}{17}a:\tfrac{1}{24}b:c\,] \qquad t^l=[\,\tfrac{1}{19}a^l:\tfrac{1}{12}b:c\,]$$

Die Accente zeigen an, dafs die so bezeichneten Flächen hinten liegen. Die mit einem Stern bezeichneten Abstumpfungsflächen vorderer oder hinterer Endkanten kommen nicht wirklich vor; man hat sie nur mit hergesetzt, um zu zeigen, welche Flächen dieser Art noch in der Entwicklung des Systems möglich sind; die Endkanten, welche von diesen Flächen abgestumpft werden, und deren Lage man aus den Coëfficienten von a ersehen kann, sind, bis auf die letzte h^l, Durchschnittslinien vorkommender Flächen; f stumpft nämlich die Endkante nn ab; y^l die Endkante von $w^l w^l$. Man kann diese Liste noch mit folgenden Flächen vermehren:

$$\xi=[a^l:\infty b:10c]^* \text{ und } \vartheta=[a:\infty b:11c]^*,$$

welche die Endkanten $i^l i^l$ und kk abstumpfen.

Bei der ersten Ansicht dieser Zeichen ist es schon auffallend, wieviel weniger einfach die Coëfficienten von a sind,

*) Rose's vortreffliche Abhandlung befindet sich in Jedermanns Händen, so dafs ich es für überflüssig halte, seine Figuren hieher setzen zu lassen. Ueberdiefs braucht man sie nicht nothwendig, um das Folgende zu verstehen.

Digitized by Google

sind, als diejenigen von b; in der That, wenn man nicht die rechte Grundform in Bezug auf die Axe a getroffen hat, so kann der Erfolg davon nur in den Coëfficienten von a sichtbar werden. Wir wollen deshalb versuchen, ein schiefes Rhombenoctaëder als Grundform anzunehmen; die Coëfficienten selbst sollen uns in der Wahl derselben leiten.

Es sey wieder die Fig. 6. Taf. IV. der Durchschnitt eines schiefen Rhombenoctaëders, durch die Halbaxen $a_{,}$, c gelegt und BC senkrecht auf AC; es sey AB die vordere Endkante, BD die Halbaxe $a_{,}$, und AH' die hintere Endkante des schiefen Rhombenoctaëders. Man ziehe BH parallel mit AH', so ist offenbar

$$AC = 2DC + CH.$$

Nun ist aber, nach dem Vorhergehenden, AC gleich dem Coëfficienten von c im Weissischen Zeichen der Abstumpfungsfläche von AB (oder der vordern Endkante), DC gleich dem Coëfficienten von c im Zeichen der Abstumpfungsfläche von BD (oder der Basis), und endlich CH gleich dem Coëfficienten von c im Zeichen der Abstumpfungsfläche der hintern Endkante des schiefen Rhombenoctaëders. Wenn also drei Coëfficienten von c in den oben angeführten Zeichen das durch diese Gleichung ausgedrückte Verhältnifs zu einander haben, so kann man von den ihnen zugehörigen Flächen die eine als Basis, die beiden andern als grade Abstumpfungsflächen der vordern und hintern Endkante des schiefen Rhombenoctaëders, das man substituiren will, ansehen. Die Zahlen 5, 7 und 10 genügen aber der obigen Gleichung, denn

$$17 = 2.5 + 7;$$

man kann also f als die Basis, y als die grade Abstumpfungsfläche der vordern, g' als die grade Abstumpfungsfläche der hintern Endkante eines schiefen Rhombenoctaëders ansehen, auf das wir nun auch die übrigen Flächen beziehen wollen. Wir haben nämlich nach dem

Digitized by Google

Vorhergehenden als Coëfficienten von c, in den Zeichen, die sich auf schiefwinklige Axen beziehen

$\frac{m^{l}-p}{m-p}$ für die vordern Flächen

$\frac{m^{ll}+p}{m-p}$ für die hintern Flächen.

Hier ist $p=s$, $m=17$, m^{l} und m^{ll} sind die Coëfficienten von c in den obigen Weissischen Zeichen der graden Abstumpfungsfläche der vordern uud hintern Endflächen.

Man findet so folgende Coëfficienten von c:

für P^{l} .. $\frac{1}{2}$	für v^{l} .. 2
- f .. 0	- z .. $\frac{11}{6}$ od besser 2*)
- g^{l} .. 1	- h^{l} .. 5
- x .. $\frac{1}{3}$	- ξ^{l} .. $\frac{5}{4}$
- y .. 1	- ϑ .. $\frac{1}{2}$

Da nun auch

$$5+2.1=7$$
$$17+2.1=19$$
$$1+2.5=11$$

so kann man auch

1) P^{l} als die Basis, g^{l} als die Abstumpfung der vordern, f als die der hintern Endkante,
2) P^{l} als die Basis, y als die Abstumpfung der vordern, v^{l} als die der hintern,
3) f als die Basis, ϑ als die Abstumpfung der vordern, und P^{l} als die der hintern Endkante ansehen. Diese drei Suppositionen werden drei verschiedene Reihen von Coëfficienten von c geben, unter denen man zu wählen hat. Man sieht leicht ein, dafs man die Suppositionen noch sehr vervielfältigen kann.

*) Da die Fläche z nicht ausgebildet vorkommt, und ihre Lage blofs durch Messung, und nicht durch Zonen bestimmt worden ist, so ist diese Substitution erlaubt.

Digitized by Google

Wir haben bisher die Flächen l, l als Säulenflächen angesehen, aber es ist möglich, dafs die Zeichen noch einfacher oder wenigstens symmetrischer werden, wenn man der Axe c eine andere Lage giebt. Wir wollen z. B., ohne die Axe b zu verändern, die Axe c der Kante ss und die Axe a der Kante $o'o'$ parallel ziehen.

Es sey (Fig. 7. Taf. IV.) $BD=ED$ die alte Halbaxe a, AD die alte Halbaxe c, AB die Kante ss und AH die Kante $o'o'$, indem $DH=2ED$; es sey ferner AL eine andere Endkante, deren grade Abstumpfungsfläche folgendes Zeichen habe:

$$[\alpha a_{,}:\infty b:c],$$

so dafs also $LD=\alpha a$. Zieht man nun BF parallel mit AL, so ist offenbar

$$\frac{AF}{AH}=\frac{BL}{LH}$$

Nun ist aber $BL=LD-BD=a(\alpha-1)$ und $LH=LD+DH=a(\alpha+2)$; also:

$$\frac{AF}{AH}=\frac{\alpha-1}{\alpha+2}.$$

Ist nun AB die neue Axe c, und AH die neue Axe a, so ist das Zeichen der Abstumpfungsfläche der Endkante AL, auf diese neue Axe bezogen, folgendes:

$$\left[\frac{(\alpha-1)}{(\alpha+2)}a_{,}:\infty b:c\right].$$

Wir können auch im Allgemeinen dem neuen Coëfficienten von a, folgende Gestalt geben, die keines weiteren Beweises bedarf

$$\frac{\alpha-n}{\alpha-n'},$$

wo n, n' die alten Coëfficienten von a, in den Zeichen der Abstumpfungsflächen der Endkanten, die als neue Axen dienen sollen, bedeuten; also im obigen Fall $n=1$, $n'=-2$.

Setzt man z. B. $n=1$, $n'=-1$, oder zieht man die

Digitized by

Axe c der Endkante ss und die Axe a_1 der Kante w^1w^1 parallel, so bekommt man folgende Coëfficienten von a_1:

für P^1 . . .	3	für g^1 . . .	∞
- x . . .	$\frac{1}{2}$	- v^1 . . .	-3
- z . . .	$-\frac{1}{3}$	- ξ^1 . . .	-9
- f . . .	1	- ϑ . . .	$\frac{1}{3}$

Um die Coëfficienten von b zu finden, braucht man nur dieselbe Figur (Fig. 7. Taf. IV.) anzusehen. Man ziehe durch A eine Linie senkrecht auf die Ebene BAH, so ist diese Linie die neue Halbaxe b. Man bezeichne den Coëfficienten der neuen Halbaxe b mit β^1, den Coëfficienten der alten durch D gehenden mit β. Denkt man sich nun durch BF eine Ebene gelegt, die mit der durch AL gehenden Krystallebene parallel ist, so wird:

1) Die alte Halbaxe b, die durch D geht, so von der durch BF gehenden Ebene geschnitten, dafs die gegenseitigen Abschnitte sich verhalten wie

$$\frac{AD}{DG}=\frac{BL}{BD}.$$

Wir haben also:

$$\frac{\beta^1}{\beta.\frac{BD}{DL}}=\frac{BL}{BD},$$

woraus, da $BD=n$, $DL=\alpha$, $BL=\alpha-n$:

$$\frac{\beta^1}{\beta}=\frac{\alpha-n}{\alpha}.$$

Hiernach haben wir folgendes allgemeine Schema der Verwandlung eines Zeichens in das andere.

Altes Zeichen.	Neues Zeichen.
$[\alpha a_1:\beta b:c]$	$\left[\frac{\alpha-n}{\alpha-n^1}:a_1\frac{\alpha-n}{\alpha}\beta b:c\right]$

Beim schiefen Rhombenoctaëder, auf welches sich das neue Zeichen bezieht, gehen die Axen c und a denjenigen Endkanten des alten schiefen Rhombenoctaëders parallel, welche von den Flächen $[n a_1:\infty b:c]$ und

Digitized by Google

$[n' a_s : \infty b : c]$ grade abgestumpft werden, die Halbaxe b aber bleibt in ihrer frühern Lage parallel.

Die Zeichen der bekannten Flächen am Titanit sind, wenn man $n = 1$ und $n' = -1$ setzt, und wenn man alle Coëfficienten von b durch 3 dividirt, folgende:

Endflächen.

Vordere.		Hintere.
$P' = [3a_s : \infty b : c]$	. .	$v' = [3a_s : \infty b : c]$
$r' = [\ 3a_s : b : c\ ]$	. . .	$t' = [\ 3a'_s : b : c\ ]$
$o' = [3a_s : 3b : c]$		
$n = [\ a_s : b : c\ ]$	. . .	$l' = [\ a'_s : b : c\ ]$
$x = [\frac{1}{2} a_s : \infty b : c]$		$M = [\ a'_s : \frac{1}{3} b : c\ ]$
$k = [\ \frac{1}{3} a_s : b : c\ ]$	. . .	$z = [\frac{1}{3} a'_s : \infty b : c]$
		$i' = [\ 9a'_s : 3b : c\ ]$

Säulenflächen.

$$s = [\ a_s : \tfrac{1}{3} b : \infty c\ ]$$
$$y = [a_s : \infty b : \infty c]$$

Abstumpfungsfläche der Seitenendkante.

$$w' = [\infty a_s : b : c]$$

Man kann diese Aufgabe auch ganz allgemein behandeln, auf folgende Weise:

Es seyen zwei Krystallebenen gegeben, deren Gleichungen

$$Ax + By + Cz - 1 = 0$$
$$A_{(1)} x + B_{(1)} y + C_{(1)} z - 1 = 0;$$

es seyen ferner drei Linien gegeben, die durch denselben Punkt gehen, und deren Gleichungen folgende sind:

$$\left\{\begin{array}{l} c(x' - x) + a(z' - z) = 0 \\ c(y' - y) + b(z' - z) = 0 \end{array}\right\}$$
$$\left\{\begin{array}{l} c'(x' - x) + a'(z' - z) = 0 \\ c'(x' - x) + b'(z' - z) = 0 \end{array}\right\}$$
$$\left\{\begin{array}{l} c''(x' - x) + a''(z' - z) = 0 \\ c''(x' - x) + b''(z' - z) = 0 \end{array}\right\}$$

so ist nach meiner bereits citirten Abhandlung über den Kupfervitriol (dies. Ann. Bd. 84. p. 71.).

Digitized by

$$\left.\begin{aligned}\frac{q_{(1)}\cdot p}{p_{(1)}\cdot q}&=\frac{(Cc^{I}-Bb^{I}-Aa^{I})(C_{(1)}c-B_{(1)}b-A_{(1)}a)}{(C_{(1)}c-B_{(1)}b-A_{(1)}a)(Cc-Bb-Aa)}\\ \frac{r_{(1)}\cdot p}{p_{(1)}\cdot r}&=\frac{(Cc^{II}-Bb^{II}-Aa^{II})(C_{(1)}c-B_{(1)}b-A_{(1)}a)}{(C_{(1)}c^{II}-B_{(1)}b^{II}-A_{(1)}a^{II})(Cc-Bb-Aa}\end{aligned}\right\}\ldots(\mathrm{I})$$

Hier bezeichnen p, q, r die Entfernungen der Durchschnittspunkte der drei Linien mit der ersten Ebene von dem Durchschnittspunkt der drei Linien, und $p_{(1)}$, $q_{(1)}$, $r_{(1)}$ dieselben Gröfsen in Bezug auf die zweite Ebene.

Es sey nun

$$[\alpha a_{1}:\beta b:c]$$

das Zeichen der ersten Krystallebene auf die ursprünglichen Axen bezogen, und

$$[\alpha^{I} a_{1}:\beta^{I} b:c]$$

das Zeichen derselben Ebene auf die drei Linien als Axen bezogen; ferner

$$[\alpha_{(1)} a_{1}:\beta_{(1)} b:c] \text{ und } [\alpha'_{(1)} a_{1}:\beta'_{(1)} b:c]$$

die Zeichen für die zweite Krystallebene, in derselben Beziehung, so ist offenbar

$p=c$	$p_{(1)}=c$
$q=\alpha^{I} a$	$q_{(1)}=\alpha^{I}{}_{(1)} a$
$r=\beta^{I} b$	$r_{(1)}=\beta^{I}{}_{(1)} b$

folglich auch

$A=\frac{1}{\alpha a}$	$A_{(1)}=\frac{1}{\alpha_{(1)} a}$
$B=\frac{1}{\beta b}$	$B_{(1)}=\frac{1}{\beta_{(1)} a}$
$C=\frac{1}{c}$	$C_{(1)}=\frac{1}{c}$

Ferner wenn die Zeichen der Krystallebenen, aus deren Durchschnitt die drei Linien entstehen, die wir als neue Axen ansehen wollen, folgende sind:

$[\ n a:\vartheta b:c\ ]$, $[n_{(1)} a:\vartheta_{(1)} b:c]$ für die erste Linie oder für die neue Axe c

$[\ n^{I} a:\vartheta^{I} b:c\ ]$, $[n'_{(1)} a:\vartheta'_{(1)} b:c]$ für die zweite Linie oder für die neue Axe a

$[\ n^{II} a:\vartheta^{II} b:c\ ]$, $[\ n''_{(1)}:\vartheta''_{(1)} b:c\ ]$ für die dritte Linie oder für die neue Axe b

Digitized by Google

so ist nach einem bekannten Satze aus der analytischen Geometrie (vergl. die angeführte Abhandlung, p. 72.), nach den gehörigen Substitutionen

$$c=\frac{1}{ab}\left(\frac{1}{n_{(1)}\vartheta}-\frac{1}{n\vartheta_{(1)}}\right) \qquad c'=\frac{1}{ab}\left(\frac{1}{n'_{(1)}\vartheta'}-\frac{1}{n'\vartheta'_{(1)}}\right)$$

$$b=\frac{1}{ac}\left(\frac{1}{n_{(1)}}-\frac{1}{n}\right) \qquad b'=\frac{1}{ac}\left(\frac{1}{n'_{(1)}}-\frac{1}{n'}\right)$$

$$a=\frac{1}{bc}\left(\frac{1}{\vartheta}-\frac{1}{\vartheta_{(1)}}\right)^{*}) \qquad a'=\frac{1}{bc}\left(\frac{1}{\vartheta'}-\frac{1}{\vartheta'_{(1)}}\right)$$

$$c''=\frac{1}{ab}\left(\frac{1}{n''_{(1)}\vartheta''}-\frac{1}{n''\vartheta''_{(1)}}\right)$$

$$b''=\frac{1}{ac}\left(\frac{1}{n''_{(1)}}-\frac{1}{n''}\right)$$

$$a''=\frac{1}{bc}\left(\frac{1}{\vartheta''}-\frac{1}{\vartheta''_{(1)}}\right)$$

Diese Werthe von p, q etc., A, B, C etc. a, b, c etc. in die Gleichungen (I) gesetzt, geben, nach den gehörigen Reductionen

$$\frac{\alpha'_{(1)}}{\alpha'}=\frac{\begin{array}{r}[\alpha\beta(n'\vartheta'_{(1)}-n'_{(1)}\vartheta')-\alpha(n'-n'_{(1)})\vartheta'\vartheta'_{(1)}\\ -\beta(\vartheta'_{(1)}-\vartheta')n'n'_{(1)}]\end{array}}{\begin{array}{r}[\alpha_{(1)}\beta_{(1)}(n'\vartheta'_{(1)}-n'_{(1)}\vartheta')-\alpha_{(1)}(n'-n'_{(1)})\vartheta'\vartheta'_{(1)}\\ -\beta_{(1)}(\vartheta'_{(1)}-\vartheta')n'n'_{(1)}]\end{array}}$$

$$\times\frac{\begin{array}{r}[\alpha_{(1)}\beta_{(1)}(n\vartheta_{(1)}-n_{(1)}\vartheta)-\alpha_{(1)}(n-n_{(1)})\vartheta\vartheta_{(1)}\\ -\beta_{(1)}(\vartheta_{(1)}-\vartheta)nn_{(1)}\end{array}}{\begin{array}{r}[\alpha\beta(n\vartheta_{(1)}-n_{(1)}\vartheta)-\alpha(n-n_{(1)})\vartheta\vartheta_{(1)}\\ -\beta(\vartheta_{(1)}-\vartheta)nn_{(1)}\end{array}}$$

$$\frac{\beta'_{(1)}}{\beta'}=\frac{\begin{array}{r}[\alpha\beta(n''\vartheta''_{(1)}-n''_{(1)}\vartheta'')-\alpha(n''-n''_{(1)})\vartheta''\vartheta''_{(1)}\\ -\beta(\vartheta''_{(1)}-\vartheta'')n''n''_{(1)}]\end{array}}{\begin{array}{r}[\alpha_{(1)}\beta_{(1)}(n''\vartheta''_{(1)}-n''_{(1)}\vartheta'')-\alpha_{(1)}(n''-n''_{(1)})\vartheta''\vartheta''_{(1)}\\ -\beta_{(1)}(\vartheta''_{(1)}-\vartheta'')n''n''_{(1)}]\end{array}}$$

$$\times\frac{\begin{array}{r}[\alpha_{(1)}\beta_{(1)}(n\vartheta_{(1)}-n_{(1)}\vartheta)-\alpha_{(1)}(n-n_{(1)})\vartheta\vartheta_{(1)}\\ -\beta_{(1)}(\vartheta_{(1)}-\vartheta)nn_{(1)}]\end{array}}{\begin{array}{r}[\alpha\beta(n\vartheta_{(1)}-n_{(1)}\vartheta)-\alpha(n-n_{(1)})\vartheta\vartheta_{(1)}\\ -\beta(\vartheta_{(1)}-\vartheta)nn_{(1)}]\end{array}}$$

*) Man mufs hier wieder nicht die Coëfficienten a, b, c mit den in den zweiten Gliedern vorkommenden Halbaxen a, b, c verwechseln. Ich habe die Zeichen nicht geändert, damit man die Beziehungen dieser Formeln auf die schon bekannten leichter finde.

Digitized by Google

Diese Formeln werden viel einfacher, wenn man die Ebenen, aus deren Durchschnitt die drei Linien, oder die neuen Axen, entstehen, schicklich wählt. Es ist klar, dafs beim schiefen Rhombenoctaëder die erste Linie, oder die neue Halbaxe c als die Durchschnittslinie zweier Krystallebenen angesehen werden kann, die rechts und links die alten Halbaxen b und b^l in demselben Verhältnifs schneiden, so dafs also

$$\vartheta = -\vartheta_{(1)},$$

Eben so kann man auch, in Bezug auf die neue Axe a

$$\vartheta^l = -\vartheta_{(1)}$$

setzen. Da die neuen Axen a, c immer in Bezug auf die alten als Endkanten des schiefen Rhombenoctaëders angesehn werden können, so ist auch

$$\eta = \eta_{(1)} \text{ und } \eta^l = \eta^l_{(1)}.$$

Nimmt man auf diese Gleichungen Rücksicht, so verwandelt sich die erste von den obigen Formeln in folgende:

$$\frac{\alpha'_{(1)}}{\alpha^l} = \frac{(\alpha_{(1)} - \eta)}{(\alpha_{(1)} - \eta^l)} \cdot \frac{(\alpha - \eta^l)}{(\alpha - \eta)}$$

Da $\alpha'_{(1)}$ offenbar nur von $\alpha_{(1)}$ und α^l nur von α abhängen kann, und da überdiefs hier nur von Verhältnifszahlen, nicht von absoluten Gröfsen die Rede ist, so kann man die Faktoren von einander trennen, und zwei Gleichungen aus der einen machen:

$$\alpha_{(1)} = \frac{(\alpha_{(1)} - \eta)}{(\alpha_{(1)} - \eta^l)} \text{ und } \alpha^l = \frac{(\alpha - \eta)}{(\alpha - \eta^l)}$$

welche beide mit der schon oben für diesen Fall geometrisch entwickelten Gleichung identisch sind.

Die Formel für β^l wird auch sehr einfach. Man kann offenbar die Axe b ansehen als entstanden aus dem Durchschnitt zweier Krystallflächen von der Form:

$$[a_s : \infty b : c] \text{ und } [a'_s : \infty b : c],$$

so dafs also $\eta^{ll} = -\eta''_{(1)}$ und $\vartheta^{ll} = \vartheta''_{(1)} = \infty$. Diese Werthe in die zweite Formel gesetzt giebt:

$$\frac{\beta'_{(1)}}{\beta^l} = \frac{\beta_{(1)} \cdot \alpha}{\beta \alpha_{(1)}} \cdot \frac{(\alpha_{(1)} - \eta)}{(\alpha - \eta)}$$

Man kann hieraus wieder zwei Gleichungen machen

$$\beta'_{(1)} = \beta_{(1)} \frac{(\alpha_{(1)} - \eta)}{\alpha_{(1)}} \text{ und } \beta^l = \beta \cdot \frac{\alpha - \eta}{\alpha}$$

Digitized by Google

welche wieder mit den bereits oben entwickelten identisch sind.

Auf ähnliche Weise, wie die Formen des Titanits, kann man auch die Formen des Epidots, Gypses etc. behandeln, die auf rechtwinklige Axen bezogen ebenfalls mehr oder weniger complicirte Zeichen bekommen. Wir wollen uns indefs nur noch mit der Anwendung unserer Formeln auf das ganz unsymmetrische Octaëder beschäftigen.

Die vorzüglichsten Flächen des Kupfervitriols sind folgende:

$i=[\ a_s:b_s:c\ ]$	$T=[\ a_s:3b_s:c\ ]$
$x=[\ a'_s:3b'_s:c\ ]$	$z=[\ a'_s:3b_s:c\ ]$
$P=[\ a_s:b'_s:c\ ]$	$u=[\ a'_s:\frac{3}{5}b'_s:c\ ]$
$k=[\ a'_s:b'_s:c\ ]$	$y=[\ a_s:\frac{3}{5}b'_s:c\ ]$
$s=[\ a'_s:b_s:c\ ]$	$n=[a_s:\infty b_s:\infty c]$
$M=[\ a_s:3b_s:c\ ]$	$r=[\infty a_s:b_s:\infty c]$

Man sieht aus den Zeichen selbst, dafs das Grundoctaëder dasjenige ist, welches von den Flächen i, P, k, s gebildet wird. Wir wollen jetzt ein anderes Grundoctaëder versuchen, nämlich dasjenige, in welchem c und a eben so liegen, wie im frühern, in welchem P ebenfalls als Octaëderfläche auftritt, dessen Basiskante aber von T abgestumpft wird.

Die Ebene, in welcher die Halbaxe b liegt, geht durch die Kante PT und zugleich durch die Halbaxe a, die unverändert bleibt. Man kann sie also als eine Fläche betrachten, welche in der Zone der Flächen P, T liegt, und in deren Zeichen der Coëfficient von a_s gleich ∞ ist; das Zeichen dieser Fläche ist also **):

$$[\infty\, a_s:\tfrac{3}{2}b'_s:c].$$

*) Hier wird wieder durch den Exponenten s, der den Zeichen der Halbaxen a und b angehängt wird, bezeichnet, dafs sie einen schiefen Winkel mit der verticalen Axe c machen.

**) Es seyen $\left[\frac{1}{p}a:\frac{1}{q}b:\frac{1}{r}c\right]$ das Zeichen einer Fläche, die in die Zone der Flächen:

Digitized by

Nun entsteht offenbar die neue Halbaxe b aus dem Durchschnitt dieser Ebene mit n; die Halbaxe a aus dem Durchschnitt dieser Ebene mit r; die Halbaxe c endlich aus dem Durchschnitt der Flächen n und r; wir haben also:

$$\begin{array}{llll|llll} \eta''=\infty & ; & \eta''_{(1)}=0 & | & \eta'= & ; & \eta'_{(1)}=1 & | \eta=0; \ \eta_{(1)}=1 \\ \vartheta''=-\frac{3}{2}; & & \vartheta''_{(1)}=1 & | & \vartheta'=-\frac{3}{2}; & & \vartheta'_{(1)}=0 & | \vartheta=1; \ \vartheta_{(1)}=0 \end{array}$$

Diese Werthe in die obigen Gleichungen gesetzt, geben

$$\frac{\alpha'_{(1)}}{\alpha'}=\frac{\alpha_{(1)}}{\alpha} \quad \text{und} \quad \frac{\beta'_{(1)}}{\beta'}=\frac{\beta_{(1)}(\beta+\frac{3}{2})}{\beta(\beta_{(1)}+\frac{3}{2})}$$

Da wir wieder P als eine Octaëderfläche an der neuen Grundform ansehen, so ist

$$\alpha'=\alpha=1 \quad \text{und} \quad \beta'=\beta=-1$$

und wir können die Coëfficienten $\alpha'_{(1)}$, $\beta'_{(1)}$ in den auf die neuen Axen sich beziehenden Zeichen leicht aus den Coëfficienten $\alpha_{(1)}$, $\beta_{(1)}$ in dem alten Zeichen berechnen. Man findet so folgende Zeichen für die zwölf Flächen des Kupfervitriols:

$$\begin{array}{llll} P=[& a_1:b'_1:c &] & \qquad z=[\quad a'_1:\frac{1}{3}b_1:c \quad] \\ k=[& a'_1:b'_1:c &] & \qquad u=[\quad a'_1:\frac{1}{3}b'_1:c \quad] \\ x=[& a'_1:b_1:c &] & \qquad i=[\quad a_1:\frac{1}{3}b_1:c \quad] \\ y=[& a_1:\frac{1}{3}b'_1:c &] & \qquad s=[\quad a'_1:\frac{1}{5}b_1:c \quad] \end{array}$$

$$\left[\frac{1}{p'}a:\frac{1}{q'}b:\frac{1}{r'}c\right] \text{ und } \left[\frac{1}{p''}a:\frac{1}{q''}b:\frac{1}{r''}c\right]$$

und zugleich in die Zone der Flächen

$$\left[\frac{1}{p'''}a:\frac{1}{q'''}b:\frac{1}{r'''}c\right] \text{ und } \left[\frac{1}{p^{IV}}a:\frac{1}{q^{IV}}b:\frac{1}{r^{IV}}b\right]$$

fällt, so ist:

$$p(r'q''-r''q')+p'(qr''-q''r)+p''(q'r-r'q)=0$$
$$p(r'''q^{IV}-r^{IV}q''')+p'''(qr^{IV}-q^{IV}r)+p^{IV}(q'''r-qr''')=0$$

Diese beiden Gleichungen reichen hin, um die unbekannten Coëfficienten p, q, r zu finden, da man immer einen von ihnen willkührlich der Einheit gleich setzen kann. In unserm Fall haben wir

$$\left.\begin{array}{l} p=0 \\ r=1 \end{array}\right\} \text{ und } \begin{array}{lll|lll} p'= & 1 & | & p''= & 1 \\ q'=- & 1 & | & q''=- & \frac{1}{3} \\ r'= & 1 & | & r''= & 0 \end{array}$$

folglich blofs vermöge der ersten Gleichung $q=-\frac{2}{3}$.

Digitized by Google

$M=[\ a_s:b_s:\infty c\ ]$ $\quad$ $n=[a_s:\infty b_s:\infty c]$

$T=[\ a_s:b'_s:\infty c\ ]$ $\quad$ $r=[\infty a_s:b_s:\infty c]$

III.

Um nun wieder auf den Feldspath zurückzukommen, ohne jedoch diesen Gegenstand erschöpfen zu wollen, so kann man auch hier versuchen, eine andere Axe zu substituiren. Die einfachste Annahme ist hier, $n=1$ und $n'=-1$ zu setzen, d. h. die verticale Axe der Fläche P, die Basis aber der Fläche x parallel zu nehmen. Man bekommt so folgende Zeichen der Flächen des Adulars:

$P=[a_s:\infty b:\infty c]$ $\quad$ $z=[\ a'_s:\frac{1}{3}b:c\ ]$

$x=[\infty a_s:\infty b:c]$ $\quad$ $t=[\frac{2}{3}a'_s:\infty b:c]$

$q=[2a_s:\infty b:c]$ $\quad$ $d=[\ \frac{2}{3}a'_s:\frac{1}{2}b:c\ ]$

$g=[\ \ a_s:b:c\ \ ]$ $\quad$ $m=[\ \frac{1}{2}a'_s:b:c\ ]$

$r=[4a_s:\infty b:c]$ $\quad$ $o=[\ \infty a_s:b:c\ ]$

$y=[\ 2a'_s:\infty b:c\ ]$ $\quad$ $s=[\infty a_s:\frac{1}{3}b:c]$

$u=[\ \ 2a'_s:b:c\ \ ]$ $\quad$ $n=[a_s:\frac{1}{2}b:\infty c]$

$v=[\ 2a'_s:\frac{1}{2}b:c\ ]$ $\quad$ $h=[a_s:\frac{3}{2}b:\infty c]$

$k=[\ a'_s:\infty b:c\ ]$ $\quad$ $i=[a_s:\frac{1}{6}b:\infty c]$

$T=[\ \ a'_s:b:c\ \ ]$ $\quad$ $M=[\infty a_s:b:\infty c]$

Die Coëfficienten von a_s bilden hier für die vorderen Flächen folgende Reihe:

2, 1,

diejenigen der hintern aber folgende:

4, 2, 1, $\frac{2}{3}$,

und sie sind, wie man sieht, bedeutend einfacher geworden, was um so merkwürdiger ist, da die hier substiuirte Axe mit der optischen Axe des Adulars zusammenfällt.

Digitized by

III. *Bemerkungen über die Chromoxyde.*

Die Untersuchung von Maus über das braune Chromoxyd (Ann. Bd. 85. S. 127.), bemerkt Berzelius in seinem 8. Jahresberichte, S. 119. d. O., scheint mit Genauigkeit und Ueberlegung angestellt zu seyn; dessen ungeachtet wäre es möglich, dafs seine Beobachtungen nicht zu dem von ihm aufgestellten Schlüssen führten. — Wenn chromsaures Kali mit Chromchlorür gefällt wird, so entsteht, wovon Maus nichts sagt, keine blofse doppelte Zersetzung; die Flüssigkeit trübt sich beim Vermischen zwar sogleich und wird dunkelgelb, aber bald ändert sie ihre Farbe, wird braun, und ein brauner Niederschlag bleibt ungelöst. Ein Ueberschufs von einem der Salze fällt oder verändert nicht die braune Lösung; es hat sich hier folglich keine mit den chromsauren Salzen proportionale Verbindung zwischen der Säure und dem Oxyd gebildet, sondern eine lösliche und eine unlösliche. Die lösliche ist von Maus analysirt, uud besteht nach ihm aus 6 At. Chrom und 15 At. Chrom, d. i. aus 2 At. Chrom und 5 At. Sauerstoff, also ist ihre Zusammensetzung proportional der Unterschwefelsäure. In dem Gefällten ist es natürlich eine Verbindung von 1 At. Chrom und 2 At. Sauerstoff zu vermuthen, und in diesem Falle werden, wenn man chromsaures Kali durch Chromchlorür fällt, 7 At. $\dot{C}h$ gegen 2 At. $\ddot{C}h$ gebildet. Dafs diese Verbindnngen so leicht in Chromsäure und Chromoxydul zerfallen, beweist eben so wenig, dafs man sie nicht als bestimmte Oxydationsgrade ansehen könne, als der Umstand, dafs die unterschweflichte Säure dureh Wasser in schweflichte Säure und Schwefel zersetzt wird, oder der, dafs die concentrirte salpetrichte Säure durch Verdünnung oder durch Sättigung mit Basen in Salpetersäure und Stickstoffoxydgas zerfällt, als Beweis zu betrachten ist, dafs die unterschweflichte Säure oder salpetrichte Säure keine bestimmte Oxydationsstufe vom Schwefel oder Stickstoff sey.

Möglich ist, dafs diese braunen Oxydationsstufen des Chroms sogar wie Säuren mit Basen verbunden werden können, obgleich dazu Umstäude erforderlich sind, die man noch nicht kennt. Liebig hat gefunden (Schweigger's Journ. LI. S. 374.), dafs Chromoxydulhydrat, beim Zutritt der Luft mit kaustischem Ammoniak digerirt, unter Verschluckung von Sauerstoff mit colombinrother Farbe aufgelöst wird, obgleich die Lösung keine Chromsäure enthält.

Digitized by Google

IV. *Ueber Leidenfrost's Versuch;*
von G. W. Muncke.

(Vorgelesen in der Gesellschaft für Naturwissenschaften und Heilkunde zu Heidelberg, am 10. Mai 1828.)

Vor mehr als funfzig Jahren wollte der bekannte Arzt und Professor in Duisburg, Leidenfrost, diejenige Erde genauer kennen lernen, welche, nach der damaligen Ansicht der Natur, als viertes Element aus dem Wasser durch Verdickung entstehen sollte, und tröpfelte daher eine grofse Menge desselben in einen heifsen eisernen Löffel, um nach der Verdampfung des feineren Antheils den gröberen erdigen zurückzubehalten. Zufällig beobachtete er hiebei, dafs die Verdampfung des Wassers bei grofser Hitze des Löffels langsamer erfolgte, und dafs bei anfangendem Glühen des Metalls der Tropfen nach aufgehobener Adhäsion gegen die Oberfläche desselben sehr langsam verdampfend in der Vertiefung hin und her rollte *). Dieses paradoxe, vom Beobachter nicht erklärte, Phänomen erregte Aufmerksamkeit, und Klaproth wiederholte daher den Versuch in sofern mit gröfserer Genauigkeit, als er die Zeit mafs, welche gleiche Tropfen bei zunehmender Hitze des Löffels zur vollständigen Verdampfung bedurften **). Ob die von diesem berühmten Naturforscher angegebenen Zahlenbestimmungen genau richtig sind, lasse ich auf sich beruhen, mufs jedoch bezweifeln, dafs die Zeiten des Verdampfens der Intensität des Glühens direct proportional sind. Seitdem wurden diese Versuche sehr häufig wiederholt, und als man die Zusammensetzung des Wassers aus zwei Gasar-

*) *Leidenfrost, de aquae com. nonnullis qualitatibus. Duisb.* 1756. 4. Eine seltene Dissertation.

**) Allgem. Journ. der Chemie, VII. p. 646.

Digitized by

ten kennen gelernt hatte, nahm man allgemein als Erklärungsgrund an, das Wasser werde in so grofser Hitze nicht verdampft, sondern vielmehr zersetzt, indem das glühende Metall den Sauerstoff aufzunehmen disponirt werde, der Wasserstoff aber entweiche, und weil hiezu eine bedeutende Menge Wärme erforderlich sey, so gehe die Zerstörung des Wassers nur langsam vor sich. Genau genommen stand diese Erklärung mit den Resultaten der Beobachtungen nicht vollständig im Einklange; denn von demjenigen Punkte der Erhitzung des Metalles an, bei welchem die Zersetzung des Wassers anfing, mufste sie mit zunehmender Hitze rascher vor sich gehen, mithin die Zeit bis zur völligen Zerstörung der Tropfen kürzer werden, wie die Beobachtung nicht ergab. Bei der Vervielfältigung der Versuche fand man indefs bald, dafs das Phänomen sich nicht blofs bei der Anwendung eiserner oder kupferner Löffel zeigte, sondern in silbernen und platinenen auf gleiche Weise erfolge, wonach also diese Erklärung von selbst über den Haufen fiel.

Unterdefs fand Rumford den grofsen Einflufs auf, welchen die Blänke der Oberfläche auf die Ableitung der Wärme ausübt, erklärte daher das Phänomen daraus, dafs das blanke Metall dem Tropfen überhaupt nur wenige Wärme zuführe, und erwähnte zugleich, dafs man aus demselben Grunde einen Wassertropfen an einem kleinen Hölzchen geraume Zeit ohne eintretende Verdampfung in eine Kerzenflamme halten könne *). Der letzte Versuch wollte mir nie gelingen, weil der Tropfen als kälterer Körper sogleich eine Menge Kohlenstoff in sich aufnimmt, und dadurch die Blänke seiner Oberfläche verliert. Hiervon abgesehen widerlegt sich Rumford's Erklärung von selbst. Wäre nämlich die Blänke der Oberfläche und dadurch bedingte verminderte Wärmeableitung die Ursache des Phänomens, warum tritt es nicht bei geringerer Hitze ein? Nimmt man aber einen

*) Gilb. Annalen der. Phys. XVII. p. 33.

Digitized by Google

möglichst polirten silbernen Löffel, erhitzt ihn bis wenig über den Siedepunkt des Wassers, und läfst einen Tropfen Wasser hineinfallen, so verdampft dieser mit Zischen augenblicklich. Wird dann aber der Löffel stärker erhitzt, so nimmt die Oberfläche desselben eine gelbröthliche, in's Braune übergehende, Farbe an, verliert bedeutend an Politur und Blänke, und dann erst erhält sich der hineingeworfene Tropfen eine bedeutend lange Zeit unzerstört. Ein anderer eben so leichter Versuch führt auf gleiche Weise zur vollständigen Widerlegung der aufgestellten Hypothese. Man darf nämlich nur einen silbernen Caffee-Löffel mit der innern Seite einige Augenblicke über eine Lichtflamme halten, dadurch seine Oberfläche mit einer dünnen Lage Rufs überziehen und dann erhitzen, so wird der Tropfen auf gleiche Weise nicht verdampft werden.

Später nahm man sehr allgemein an, bei hoher Temperatur werde im ersten Momente ein sehr elastischer Dampf gebildet, welcher die aus dem Metalle strömende Wärme aufnehme und zu seiner Bildung verwende, dessen Quantität aber nicht grofs seyn könne, weil die latente Wärme des Dampfes so ausnehmend grofs (=640° C. von 0° an gerechnet) sey. Der so gebildete elastische Dampf soll dann den Wassertropfen von der Fläche des Metalles zurückhalten, wodurch die Mittheilung der Wärme vermindert, und somit die Verdampfung verzögert werde, so dafs mit zunehmender Temperatur der Tropfen langsamer schwinde, in sofern die mehr elastischen Dämpfe derselben in gröfserer Entfernung hielten. Als eine Unterstützung dieser Hypothese sollte dann Döbereiner wahrgenommen haben, dafs der Tropfen allezeit sich in einem mefsbaren Abstande von der Metallfläche befinde, aufserdem in Gemäfsheit des stets gebildeten und zugleich entweichenden Dampfes schnell rotire, wodurch er der Metallfläche anhaltend neue Punkte seiner Oberfläche darbiete, übrigens endlich sich bis zur Gröfse einer Wall-

Digitized by Google

nufs vermehren lasse, wobei sein Volumen verstatte ein Thermometer hineinzusenken, um sich durch directe Messung zu überzeugen, dafs seine Temperatur niemals die der Siedehitze erreiche *).

Ich gestehe, dafs mir anfangs die Bestätigung dieses ausnehmend räthselhaften Phänomens durch die Versuche eines so berühmten Naturforschers grofses Vergnügen erweckte, bei näherer Ueberlegung aber entstanden in mir bedeutende Zweifel, die ich nicht unbeachtet lassen wollte, weil jedes Phänomen doch nothwendig übereinstimmend mit bekannten und hinlänglich begründeten Naturgesetzen erklärt werden mufs. Folgendes sind die bedeutendsten unter diesen Bedenklichkeiten.

1) Warum heben die Dämpfe den Wassertropfen nicht dann, wenn derselbe die Siedehitze hat, und sie weniger von ihm aufgenommen werden, als später, wenn derselbe entschieden unter der Siedehitze erwärmt ist?

2) Ist es überhaupt denkbar, dafs Wasserdämpfe, auch ohne irgend einen Grund, zugegeben, dafs sie nicht nach der bis zur Siedehitze allgemein stattfindeden Regel durch den Tropfen in die Höhe steigen sollten, sich unter demselben so lange erhalten könnten, um ihn von der Metallfläche zurückzutreiben? Die in der Berührung mit einer siedendheifsen Metallfläche gebildeten Dämpfe dringen nämlich so schnell durch das gleichfalls siedendheifse Wasser (welches doch nothwendig einen gröfseren Widerstand entgegen setzen müfste, als die umgebende Luft), dafs eine Berührung des Wassers und Metalles dadurch nicht aufgehoben wird, wie ist es erklärbar, dafs das Letztere dann stattfinden sollte, wenn die Dämpfe weit elastischer sind, und ungehindert über die Ober-

*) Schweigg. Journ. XXIX. p. 43. (Auch dies. Ann. Bd. 72. p. 211. und Bd. 87. p. 447. *P.*) Dafs manche in diesen Versuchen mehr, als der Beobachter selbst, gefunden haben, wird nachher erwähnt werden.

Digitized by Google

Oberfläche des Tropfens hingleitend entweichen können? Werden aber die dichteren und mehr elastischen Dämpfe so schnell und in so kurzer Zeitfolge gebildet, dafs hiedurch eine Trennung des Tropfens von der Metallfläche bewirkt würde, so mufs nothwendig der Tropfen durch diese Verdampfung schneller verzehrt werden, als unter der Siedehitze. Auf die Rotation (worüber später noch nähere Bestimmungen vorkommen werden), und die hiedurch der Metallfläche stets auf's Neue dargebotenen Punkte gebe ich gar nichts. Denn sobald man das unter der Siedehitze erwärmte Wasser umrührt, nimmt vielmehr die Stärke der Verdampfung zu, je schneller man rührt.

3) Wird nicht blofs die im ersten Einwurfe, sondern auch die im zweiten gerügte *petitio principii* zugegeben, so fehlt es dennoch der Erklärung an innerer Consequenz, und sie führt vielmehr zu Widersprüchen mit sich selbst, wie folgende Darstellung ergiebt. Es wird angenommen, die heifsere Metallfläche bilde elastischere Dämpfe, welche dann nicht mehr durch das Wasser des Tropfens dringen, sondern dieses in die Höhe heben, und so lange darunter verweilen sollen, dafs dadurch eine langsamere Verdampfung bewirkt und der Tropfen in einiger Entfernung von der Metallfläche erhalten werde. So sehr dieses auch mit andern Erscheinungen und Gesetzen im Widerspruche ist, mag es doch einstweilen zugegeben werden. Dann aber wird durch diese Wirkungen der Tropfen selbst kälter, sinkt bedeutend unter die Siedehitze herab, bietet durch seine Rotation noch obendrein der heifsen Metallfläche stets neue Punkte dar, letzteres befördert gegen alle Erwartung das Entweichen der unter dem Tropfen befindlichen, die Berührung der hindernden Dämpfe nicht, und noch aufserdem werden aus der Masse des kälteren Wassers mehr und elastischere Dämpfe gebildet, als aus dem heifseren.

Sollte wirklich dieses alles, und noch ferner auch

Digitized by Google

der Umstand zugegeben werden, dafs bei beträchtlich steigender Hitze der Tropfen kälter, die Dämpfe aber elastischer würden, und hienach die Verdampfung langsamer vor sich gehe, so würde es fast besser seyn, beim Anfange der Erklärung im Voraus anzunehmen, es habe der in allen Phänomenen ihren Gesetzen so treuen Natur einmal gefallen, bei diesem specieller gerade die entgegengesetzten zu befolgen.

Meine erste Frage war nun die, ob sich der Tropfen wirklich in mefsbarem Abstande von der Metallfläche befinde. Döbereiner sagt hierüber: »Ich sah deutlich, dafs die Wasserkugel die glühende Metallfläche gar nicht berührt, sondern nur über derselben, so wie eine Glaslinse auf einer Glastafel, schwimmt und durch die ausstrahlende Wärme auf seiner Oberfläche zum Verdampfen gebracht, und dadurch in die rotirende Bewegung gesetzt wird. . . . . Man wird bald bestimmt werden, das eigentliche Sieden des Wassers (und anderer Flüssigkeiten) als das Resultat einer gleichzeitigen Wirkung von Wärme und Adhäsion zu betrachten.« Hierin ist nicht behauptet, dafs ein *mefsbarer* Abstand zwischen Metallfläche und Wasserkugel sey, sondern blofs dafs die Adhäsion aufgehoben werde, und da diese bekanntlich blofs in unmefsbare Ferne von der Oberfläche wirkt, so läfst sich hienach kein mefsbarer Abstand voraussetzen. Um mich indefs factisch von der Sache zu überzeugen, legte ich eine als sogenannte Cohäsionsplatte ganz eben geschliffene Scheibe von Glockenspeise, 2,6 Z. im Durchmesser bei 2,3 Lin. Dicke haltend, auf einen Dreifufs möglichst horizontal, setzte eine starke Weingeistlampe darunter, und erhitzte sie zwar nicht bis zum Glühen, aber doch bis zu derjenigen Temperatur, welche zum Gelingen des Versuches erfordert wird. So viele Mühe ich mir auch um die horizontale Lage der Scheibe gegeben hatte, so gelang es mir doch nur einigemale, einen Tropfen auf derselben so lange zu erhalten, als zum

Digitized by Google

Beobachten erfordert wurde, jedoch liefs sich dieses leicht bewerkstelligen, wenn ich denselben oben mit einer Glasröhre oder einem Holzspahne, einem Drahte u. s. w. berührte und somit festhielt. Die Ebene der Platte war so gelegt, dafs man über derselben weg nach einem offenen Fenster sehen konnte, und ich untersuchte daher, ob man zwischen ihr und dem Tropfen einen Lichtstreifen wahrzunehmen vermöge; allein dieses war durchaus nicht der Fall, und sie sind also einander mehr genähert, als dafs dieses stattfinden könnte.

Die nächste Untersuchung betraf die Rotation, indem ich zu wissen wünschte, wodurch diese veranlafst werde, und ob sie als Bedingung des langsameren Verdampfens anzusehen sey. Dafs letzteres der Fall nicht seyn könnee, dieses läfst sich eben so leicht als einfach nachweisen. Wenn man den Versuch mit einem gewöhnlichen blanken Caffee-Löffel über der Flamme eines Kerzenlichtes anstellt, und dabei also die Hitze nicht sehr steigert, sondern nur so weit, dafs der Tropfen nicht verdampft, die Metallfläche aber nur wenig gefärbt wird, aufserdem aber den Arm auf einer Unterlage festlegt, um den Löffel in völliger Ruhe zu erhalten, so nimmt man häufig wahr, dafs der Tropfen sich ohne alle Rotation in völliger Ruhe befindet, wie insbesondere dann sehr sichtbar wird, wenn sich in demselben ein kleines Luftbläschen gebildet hat. Unter welchen Umständen aber auch der Versuch angestellt wird, so ist es allezeit ein Leichtes, die Wasserkugel zum Stillstehen zu bringen, wenn man sie mit einem Stäbchen von beliebiger Substanz berührt. Dabei tritt dann der merkwürdige Umstand ein, dafs man das Stäbchen auf die Metallfläche stützen kann, ohne dafs die Erscheinung wesentlich dadurch abgeändert wird. Nimmt man hiezu etwa einen Nagel oder einen sonstigen zugespitzten Metallstab, oder auch einen nicht dicken, stumpf abgeschnittenen Draht, und stemmt diesen durch die Wasserkugel gegen die

Digitized by

Metallfläche, so mag wohl die Verdampfung der letzteren etwas schneller vor sich gehen, weil jener mit dem Wasser in unmittelbarer Berührung befindliche Körper selbst eine höhere Temperatur erhält, und durch Mittheilung derselben an das Wasser die Verdampfung des letzteren befördert, im Ganzen aber wird die Erscheinung hiedurch nicht abgeändert. Bedient man sich auf gleiche Weise eines Holzspahns oder eines kleinen Stäbchens von Holz, Elfenbein, Fischbein u. s. w., so scheint die Verdampfung insbesondere dann schneller von Statten zu gehen, wenn der Körper sehr locker ist, z. B. bei einem Stäbchen von weichem tannenen Holze, spanischem Rohre u. s. w. Es mufs hiebei sehr auffallend scheinen, dafs das Wasser nicht in den haarröhrchenartigen Raum dringt, welcher sich zwischen dem Körper und der Metallfläche bildet, und somit schneller verdampft wird.

Dafs also die Rotation der Wasserkugel überall keine Bedingung der langsamen Verdampfung sey, ist hienach völlig erwiesen, schwerer abes ist es, die Ursache der in manchen Fällen sehr starken und anhaltenden Rotation aufzufinden; inzwischen ist mir auch diese insbesondere bei den später zu erwähnenden Versuchen völlig klar geworden. In den wenigsten Fällen ist nämlich die Metallfläche absolut gleich, vielmehr giebt es meistens auf ihr einige rauhere Punkte, welche entweder weniger polirt oder mit etwas Schmutz, Oxyd u. s. w. bedeckt sind. Diese strahlen dann entweder mehr Wärme aus, oder die Adhäsion des Wassers zu ihnen wird weniger aufgehoben; vielleicht wirken auch beide Ursachen gemeinschaftlich, es entsteht eine stärkere partielle Verdampfung, und aus allen diesen Ursachen entsteht übereinstimmend mit den so oft vorkommenden Bewegungen frei schwebender oder leicht beweglicher Körper die auch bei diesen Versuchen gewöhnliche, mehr oder minder starke Rotation.

Digitized by Google

Unter den verschiedenen Versuchen, welche ich in der Absicht anstellte, die eigentliche Ursache des räthselhaften Phänomens zu ergründen, scheint mir noch folgender einer besonderen Erwähnung werth zu seyn. Dafs man die Erscheinung auch an verdünnten Säuren, Alkohol, ätherischen Oelen u. s. w., auch am Quecksilber wahrnehme, hat Döbereiner bereits beobachtet, und es schien mir daher nicht unwichtig, das Verhalten des Fettes in dieser Hinsicht zu untersuchen. Zu diesem Ende erhitzte ich einen Caffee-Löffel über einem Kerzenlichte stark, und liefs dann einen Tropfen Oel oder ein Stückchen Unschlitt hineinfallen, allein beides wurde unter starkem Rauche verzehrt, ohne sich zu einer Kugel zu formiren. Dann brachte ich in den heifsen Löffel, nachdem er wieder völlig gereinigt war, eine Wasserkugel, und liefs, nachdem diese die gewöhnlichen Erscheinungen darbot, einen Tropfen Oel so herablaufen, dafs er sich der Wasserkugel langsam näherte. Zuweilen gelang es, dafs beide Flüssigkeiten einige Secunden neben einander anscheinend sich berührend lagen, ohne dafs die Wasserkugel sich veränderte, in der Regel aber war eine mit Geprassel verbundene augenblickliche Verdampfung die Folge der wirklichen Berührung.

Als Resultat dieser sämmtlichen Versuche geht so viel unverkennbar hervor, dafs die oben aus triftigen Gründen in Zweifel gezogene Erklärungsart des Phänomens mit der Erfahrung auf keine Weise übereinstimmt, aber leider geben dieselben keineswegs eine genügende Erklärung desselben; denn was Döbereiner darüber gesagt hat, dafs nämlich die nicht mehr dem Metalle adhärirenden Wasserkugeln weit langsamer verdampfen, ist zwar Thatsache, aber keine Erklärung, weil diese zugleich den Grund angeben müfste, warum die Adhäsion aufgehoben, und hiedurch zugleich die Dampfbildung vermindert wird. Schätzbar ist dagegen derjenige Beitrag, welchen dieser Gelehrte zur vollständigern Kenntnifs des

Digitized by Google

Phänomens geliefert hat, vermöge dessen an eine Zerlegung des Wassers in seine Bestandtheile nicht zu denken ist. Döbereiner hielt nämlich einen hohlen, oben verschlossenen, kupfernen Cylinder über die Wasserkugel, verschlofs diesen beim Wegnehmen mit einem Ventile, öffnete dieses unter Wasser, und fand, dafs letzteres fast den ganzen Raum desselben ausfüllte, mit Ausnahme eines kleinen noch zurückgebliebenen Antheils atmosphärischer Luft.

Für mich war also, wie ich offen bekenne, weder aus eigenen noch aus fremden Versuchen das Phänomen genügend erklärt, als eine höchst merkwürdige, durch Perkins beobachtete, Erscheinung an dasselbe geknüpft wurde. Perkins hörte einst einen durch den Generator seiner Dampfmaschine mit sehr hohem Drucke verursachten heftigen Knall, welcher sowohl ihn selbst als auch andere Umstehende auf die Vermuthung brachte, dafs derselbe geborsten seyn müsse. Um so räthselhafter war ihnen aber, dafs die Maschine dennoch ununterbrochen arbeitete. Als sie daher das Feuer allmählig verminderten und somit der Generator mehr abgekühlt wurde, strömte der Dampf mit entsetzlichem, selbst in der Nachbarschaft Aufsehen erregendem Getöse in's Feuer, und nach Eröffnung des Heitz-Raumes fand sich am Generator unten in der ganzen Breite ein weit offenstehender Rifs. Um zu wissen, warum der Dampf erst nach einiger Abkühlung aus dem Risse geströmt sey, wurde der Heitzraum wieder hergestellt, der Generator zur Glühhitze gebracht, dann Wasser hineingepumpt, und die Maschine fing auf's Neue an zu arbeiten, als ob der Generator unversehrt sey, bis nach abermaliger Abkühlung die frühere Erscheinung wieder erfolgte. Einige Freunde von Perkins meinten, der Rifs ziehe sich durch den Einflufs der starken Hitze zusammen, und um auch hierüber Gewifsheit zu erhalten, liefs er unten in einen gesunden Generator ein Loch bohren, in dieses ein eiser-

Digitized by Google

nes Rohr mit einer $\frac{1}{8}$ Zoll weiten Oeffnung schrauben, dessen anderes Ende mit einem Hahn verschlossen war, erhitzte den Apparat wie gewöhnlich, bis die Maschine gehörig arbeitete, öffnete dann den Hahn des Rohrs, aus welchem aber weder Wasser noch Dampf entwich. Perkins setzt also diese Erscheinung mit dem bekannten Leidenfrost'schen Versuche in Verbindung, und meint, übereinstimmend mit der oben bestrittenen Hypothese, das Wasser komme gar nicht mit der Oberfläche des so stark erhitzten Metalles in Berührung, sondern stehe bei dieser Temperatur um $\frac{1}{16}$ Zoll davon ab, denn so viel beträgt der halbe Durchmesser der Oeffnung, bis wohin sich von beiden Rändern derselben die Wirkung erstrekken mufste, wenn kein Wasser und Dampf durch dieselbe entweichen sollte *).

Es läfst sich mit Grund erwarten, dafs die Physiker, ohnehin schon geneigt, den räthselhaften Versuch auf die oben angegebene Weise zu erklären, in dem mitgetheilten merkwürdigen Phänomene einen vollständigen Beweis der Hypothese finden werden. Mir selbst erschien anfangs die Sache so evident erwiesen, dafs ich als gewifs voraussetzte, der bei blofs über den Siedepunkt erhitztem Metalle noch nicht mefsbare Abstand des Tropfens wachse bei zunehmender Temperatur so stark, dafs er bei glühendem die als das Minimum von Perkins angegebene Gröfse erreiche. Daher hielt ich es anfangs kaum für der Mühe werth, die Sache noch weiter durch Versuche zu prüfen, bis die Vorstellung der oben mitgetheilten Zweifel in mir lebendiger wurde, und der Wunsch, dafs ein so sehr in das Wesen und die Wirkungsart der Wärme eingreifendes Phänomen mehrseitig untersucht werden mögte, mich zu einer neuen Reihe von Versuchen trieb, bei denen der Dr. phil. Arneth

*) Das in vielen Zeitschriften mitgetheilte Phänomen entlehne ich aus *Ann. chim. et phys. XXXVI p.* 435. Später fand ich dasselbe beschrieben in Poggendorff's Ann. XII. p. 316.

und der Forst-Candidat König stets gegenwärtig waren, mein College, der Geh. Hofrath L. Gmelin aber als Zeuge der wichtigsten Erscheinungen herzugerufen wurde. Ueber das Factische der Beobachtungen war unter uns vieren keine abweichende Ansicht vorhanden.

1) Zuerst wurde eine auf einer Seite ganz eben geschliffene runde eiserne Platte, 2,4 Lin. dick 3 Zoll im Durchmesser haltend, in einer grofsen Kohlenpfanne genau horizontal liegend glühend gemacht. Der Grad des Glühens erreichte nicht völlig das Hellrothe, überstieg jedoch etwas weniges das Kirschrothe, und wenn er am schwächsten war, das Dunkelrothe. Während die Platte auf den stark angefachten Kohlen ruhete und zur Erhaltung des erforderlichen Hitzegrades mit solchen umgeben war, wurden aus dem Stiele einer irdenen Pfeife Wassertropfen darauf gebracht, deren Gröfse von der einer kleinen Erbse bis zu der einer grofsen Haselnufs verschieden war. Nur von den kleinsten blieb zuweilen eine darauf liegen, die gröfseren aber mufsten mit einer Glasstange berührt werden, um sie am Herabgleiten zu hindern. Die strahlende Hitze des Eisens und der Kohlen war so grofs, dafs man das Wasser schnell aus dem Pfeifenrohre herauslaufen lassen mufste, weil es sonst in demselben anfing zu sieden und mit Gewalt herausgeschleudert wurde. Die gröfseren Wasserkugeln nahmen eine abgeplattete Gestalt an, wie diese aus ihrem Gewichte folgte, *keine derselben aber war so weit von der Metallfläche getrennt, dafs ein Lichtstreifen zwischen beiden gesehen werden konnte.* Die Zeit ihrer Verdampfung war ohne genaue Messung bedeutend kürzer, als wenn sie in einem silbernen Löffel über einer Lichtflamme gehalten wären; ein Verdampfen durch Sieden war jedoch keineswegs vorhanden.

2) Statt der eisernen Platte wurde eine messingene von 2 Lin. Dicke und 2 Zoll Durchmesser genommen, auf gleiche Weise erhitzt, und bei dieser gelang es uns,

Digitized by Google

die hellrothe Glühhitze einigemale vollständig hervorzubringen, weil sie kleiner war, als die eiserne. Die Resultate waren indefs ganz dieselben; die Tropfen wurden mehr abgeplattet, wenn sie gröfser waren, hatten eine Tendenz zum Rotiren, welche indefs durch das Festhalten mit der Glasstange aufgehoben wurde, und einen Lichtstreifen zwischen ihnen und der Metallplatte wahrzunehmen war unmöglich, vielmehr ruheten sie auf derselben in dem Sinne, wie man auch von einem Quecksilbertropfen auf einer Glasplatte dieses sagen würde. Nur einmal bei einem Tropfen von der Gröfse einer grofsen Erbse nahmen zwei Beobachter einen feinen, zwischen ihm und der Oberfläche des Messings durchschimmernden Lichtstreifen wahr, welcher die Dicke von 0,05 Linie haben mochte, und da ich selbst einer der Beobachter war, so bin ich gewifs überzeugt, dafs hiebei keine Täuschung stattfand, allein da die Versuche auch noch nachher bei gleicher und gröfserer Hitze der Platte vielmal wiederholt wurden, ohne dafs sich die nämliche Erscheinung abermals darbot, so ist es einleuchtend, dafs der Tropfen an der etwas zu hoch gehaltenen Glasstange geschwebt haben mufs, denn auf diese Weise konnten wir auch später mit eben solchen Tropfen nach Belieben die Trennung wieder hervorbringen. Wurde die Glasröhre durch die Wasserkugel bis zur Berührung des Metalles gebracht, so erfolgte die Zerstörung des Wassers schneller; ein Holzstäbchen konnte aber nicht hiezu angewandt werden, weil sogleich Verkohlung desselben und damit verbundene schnelle Verdampfung des Wassers eintrat, ein Metalldraht aber wurde durch die Strahlung des heftigen Feuers alsobald so heifs, dafs er das berührte Wasser augenblicklich verdampfte.

3) Aus einem Viertel französischen Laubthaler, dessen Gepräge fast gänzlich weggerieben war, wurde durch Klopfen auf einen kleinen Amboss eine oben möglichst ebene Scheibe hergestellt, diese kleinere Metallmasse bis

Digitized by Google

nahe zur Weifsglühhitze gebracht, und mit dieser die Versuche wiederholt. Auch hiebei zeigte sich kein Abstand der Tropfen von der Metallfläche, diese mochte blofs dunkelroth oder stark hellrothglühend seyn, auch war die Zeit der Verdampfung bei gröfserer Hitze eher kürzer als länger, ohne dafs dieses jedoch durch genaue Messung bestimmt wurde.

4) Dieselbe Scheibe wurde durch Klopfen in eine wenig vertiefte Schüssel verwandelt, und wieder erhitzt. Die hineingebrachten Wasserkugeln rotirten, weil es unnöthig war, sie mit der Glasstange zu halten, mehr oder minder stark, boten aber sonst nichts Ausgezeichnetes dar Es wurden darauf zwei kleine Stecknadeln in Enden von 1,5 bis 2,5 Lin. Länge zerschnitten, und nebst den Knöpfen derselben in das Schüsselchen geworfen, dann nach hergestellter Glühhitze abermals Wassertropfen hineingebracht. Es zeigte sich sehr sichtbar, wie dieselben durch die Spitzen der unordentlich über einander liegenden Drahtenden angezogen, und durch diese schneller verdampft wurden, wobei diese Enden etwas von ihrer Hitze verloren, meistens aber nicht unter die am Tage noch sichtbare dunkele Glühhitze herabgingen. Die völlige Verdampfung erfolgte in weniger als dem vierten Theile der Zeit, als ohne die im Schälchen liegenden Drahtenden. Zufällig zeigte sich bei diesen Versuchen auch der Grund der Rotation. An dem einen Knopfe der Stecknadel befand sich nämlich ein kleines Stückchen Blei, Zinn oder Schnellloth, welches in der Hitze sogleich schmolz, sich mit dem Silber verband, und einen dunkelen Flecken erzeugte. Durch diesen wurde der Tropfen stärker angezogen, als durch die übrige Fläche, und man konnte deutlich wahrnehmen, wie hieraus die Drehung entsprang, noch auffallender wurde dieses durch nachherige Beobachtungen.

5) In nächster Beziehung auf die Versuche von Perkins durchbohrte ich die silberne Scheibe in der Mitte

mit einem Löchelchen von 0,5 Lin., und erhitzte dieselbe in der Kohlenpfanne ganz auf die frühere Weise. Die hineingebrachten Wasserkugeln wurden sehr auffallend durch die Ränder des Löchelchens angezogen, und hiedurch, vielleicht auch durch die in dem Löchelchen existirende aufwärts gehende Bewegung der Luft in heftige Wallung versetzt. Dafs ein Theil des Wassers durch das Löchelchen gefallen sey, konnte von uns nicht sicher beobachtet werden, weil es blofs gleich anfangs beim Hineinbringen oder am Ende von den kleinsten rückbleibenden Resten geschehen seyn müfste; denn während die Tropfen in dem Schälchen sich bewegten und allmählig verdampften, flofs entschieden nichts durch das Löchelchen. Inzwischen erweiterte ich dasselbe, bis es genau 0,8 Lin. oder $\frac{1}{15}$ Par. Zoll im Durchmesser hielt, stellte die Versuche wie vorher an, und nun war es ganz entschieden, dafs auch bei stark hellrother Glühhitze Tropfen vom doppelten Durchmesser durch das Löchelchen fielen. Grofse Tropfen vom zehn- und mehrfachen Durchmesser der Oeffnung erhielten sich allerdings sehr lange in der Vertiefung, und zeigten dann die schon oben angeführten ausnehmend starken Wallungen, so wie sie kleiner wurden fielen sie, zuweilen sogar theilweise, durch das Löchelchen; *kurz dafs ein Löchelchen in einer glühenden Silberplatte von* $\frac{1}{15}$ *Z. Durchmesser auch ohne mechanischen Druck das Wasser durchlaufen lasse, dieses ist einmal factisch begründet, und über allen Zweifel ausgemacht.*

6) Dieses Resultat steht mit dem durch Perkins gefundenen im Widerspruche, vorausgesetzt, dafs die Wirkung einer dünnen Silberplatte derjenigen einer mehrere Zolle dicken eisernen Wandung gleich ist. Obgleich die bisher untersuchte Wirkung auf das Wasser ohne Zweifel von der Oberfläche des Metalles ausgeht, und nach allen bisherigen Erfahrungen die Art des letzteren keinen Unterschied macht, so wollte ich dennoch in meiner Ver-

Digitized by

suchsreihe der durch Perkins gemachten Beobachtung so nahe kommen, wie möglich. Zu diesem Ende liefs ich mir eine Eisenplatte von 2,5 Z. Seite quadratisch und 11 Lin. Dicke verfertigen, welche oben eine kugelsegmentförmige, 1,3 Lin. tiefe und 1,2 Z. Chorde haltende Vertiefung hatte, und in der Mitte ein durchgehendes Loch von 0,8 Lin. Durchmesser. Diese wurde in einer Esse bei starkem Gebläse bis zur hellrothen Glühhitze gebracht, über den glühenden Kohlen möglichst horizontal gelegt, und dann liefs ich Wasser aus einer irdenen Pfeife in die Vertiefung laufen. Die Beobachtung war wegen der ausnehmenden Hitze schwierig, selbst wenn man das Gesicht mit einem Bogen Pappe schützte. Indefs leidet es keinen Zweifel, dafs im Anfange des Hineinschüttens des Wassers ein Theil desselben in Folge des Herabfallens, und späterhin auch kleine Tropfen durch das Loch drangen. Diese Thatsache, welche sich ungleich leichter als der Versuch von Perkins wiederholt beobachten läfst, ist um so gewisser, weil kein anderweitiger bedingender Umstand dabei von Einflufs seyn kann, und obgleich daher das Factische in der oben mitgetheilten Erzählung nicht wohl in Zweifel zu ziehen ist, so kann doch die zugleich gegebene Erklärung unmöglich statt finden. Am wenigsten scheint es mir möglich gegen die von mir angestellten Versuche eine Einwendung aus der nicht genügenden Hitze herzunehmen, da es fast unmöglich ist, dafs das Metall im Innern des Generators stärker geglühet haben sollte, als die von mir angewandten Platten. Ich hatte indefs die Absicht, das genannte Stück Eisen bis zur vollständigen Weifsglühhitze zu bringen, um auch von dieser Seite jede Einwendung gegen die genaue Uebereinstimmung dieser Versuche mit denen von Perkins zu beseitigen. Zu diesem Ende wurde das noch glühende Metallstück an einen stark ziehenden Ort der Esse gelegt, und das Feuer angeblasen; allein weil ich auf einen Augenblick abgerufen wurde, und bei der Rück-

kehr nicht so schnell eine Zange zur Hand hatte, um dasselbe sogleich aus dem Feuer zu reifsen, ehe noch der ganz gefüllte Blasebalg sich entleerte, verbrannte die Oberfläche und wurde bis zu einer beträchtlichen Tiefe in Eisenoxydul verwandelt, dessen sehr rauhe Oberfläche im Zustande der stärksten Weifsglühhitze das Wasser auf gleiche Weise schnell verdampfen machte, als wenn dasselbe auf glühende Kohlen gegossen wäre. Obgleich also dieser letztere Versuch nur ein mifslungener ist, so beweiset er dennoch evident, dafs die stärkste Weifsglühhitze dann von nicht genügendem oder gar keinem Einflusse zur Hervorbringung des untersuchten Phänomens ist, wenn die Rauhheit der Oberfläche einen gewissen Grad überschritten hat, und nicht mehr regulinisch metallisch ist.

Als Resultate der mitgetheilten Untersuchungen lassen sich folgende aufstellen.

1) Auch ohne einen mechanischen Druck, aufser dem durch das blofse Gewicht gegebenen, erhebt sich das auf heifses Metall gegossene Wasser, wenn die Temperatur des ersteren mindestens 110° C. nach Schätzung übersteigt, bis zur hellen Rothglühhitze bei Tage, zu keinem, auch nicht dem kleinsten mefsbaren Abstande von der Oberfläche des Metalles.

2) Sobald die Hitze des Metalles den erforderlichen Grad erreicht hat, wird hiedurch die *Adhäsion* seiner Oberfläche mit dem Wasser aufgehoben, wie sich als Thatsache deutlich aus der Form der darauf ruhenden Wassertropfen zeigt, und die Adhäsion findet um so viel weniger statt, je ebener und blänker jene Oberfläche ist.

3) In dieser Aufhebung der Adhäsion liegt der Grund des Leidenfrost'schen Versuches, wie Döbereiner schon richtig angenommen hat, und dieser wird dann den Naturgesetzen gemäfs ganz einfach auf folgende Weise erklärt. Das Wasser ist zwar kein absoluter Nichtleiter der Wärme, wie Rumford behauptet hat, aber doch

ein sehr schlechter. Ist dasselbe daher in der bekannten Gestalt runder Tropfen aufser eigentlicher Adhäsionsberührung mit dem Metalle, so geht nur die aus dem letzteren ausstrahlende Wärme an dasselbe über, deren Menge so viel geringer seyn mufs, je blänker die Metallfläche bleibt, und die Oberfläche des Wassertropfens an sich ist. Befindet sich dann gleich weder eine Luft- noch eine Dampf-Schicht von mefsbarer Dicke zwischen dem Tropfen und der Metallfläche, wie daraus hervorgeht, dafs man nicht zwischen durchsehen kann, so steigt doch die den Tropfen umgebende heifsere Luft stets in die Höhe, wird durch neu herzuströmende ersetzt und entzieht hiedurch eine Menge der ausgestrahlten Wärme, welche dann auf den Tropfen nicht weiter wirken kann. In dem letzteren können indefs diejenigen Strömungen nicht entstehen, welche im heifsen Wasser stattfinden, in welchem die durch die erhitzte Metallfläche erwärmten Theile in die Höhe steigen und den gebildeten Dampf an die berührende Luftschichte abgeben; denn da nach den Gesetzen der Anziehung alle Theilchen des Tropfens im Gleichgewichte sind, so würde letzteres durch das Aufsteigen der unteren Partikeln aufgehoben werden, und dieses ist schwer, weil es eine Veränderung des Orts aller Theilchen des Tropfens zur Herstellung des Gleichgewichts voraussetzt. Wäre daher der Tropfen absolut kugelrund, und nicht durch sein Gewicht etwas abgeplattet, so würde seine Berührung mit der ebenen Metallfläche, in soweit Berührung zwischen Körpern stattfindet, welche keine Adhäsion gegen einander zeigen, nur in einem geometrischen Punkte stattfinden, und blofs in diesem die Wärme ohne nachweisbares Zwischenmittel von der Oberfläche des Metalles unmittelbar in den Tropfen übergehen, in allen übrigen Punkten dagegen theilt sich die strahlende Wärme zuerst der Luft, und von dieser blos der Oberfläche des Tropfens mit, in welchen sie wegen schlechter Leitung des Wassers nicht eindringen kann,

Digitized by Google

sondern hauptsächlich nur zur Bildung von Dampf durch Verbindung mit einer sehr dünnen Kugelschicht verwandt wird, deren Dicke nur so äufserst geringe seyn kann, da die latente Wärme des Dampfes so aufserordentlich grofs ist, und der Wärmestoff, welcher eine weit gröfsere Verwandtschaft zum Metalle, als zum Wasser hat, ersteres nur ungern verläfst, um an letzteres überzugehen.

4) Hienach wäre also, abgesehen von der ursächlich noch nicht nachgewiesenen Aufhebung der Adhäsion, Leidenfrost's Versuch vollständig erklärt, und es folgt hieraus, dafs bei rauhen Oberflächen, als bei Steinen, Thon, Metalloxyden, Kohlen u. s. w. das Phänomen gar nicht beobachtet werden kann, bei Porzellan nur schwierig, dafs aber Metallstückchen, Thonscherben, Kiessand u. s. w., in den Dampferzeuger geworfen, die Verdampfung des Wassers ausnehmend befördern. Die Aufhebung der Adhäsion zum Wasser kann unmöglich durch eine dauernde Veränderung der Oberfläche hervorgebracht werden, weil sie bei stärkerer Abkühlung sofort wieder eintritt, und sie mufs also nothwendig durch die stärkere Hitze selbst bedingt werden. Dabei liegen dann zwei Hypothesen vor, welche indefs beide sich nicht über das Hypothetische erheben, deren eine jedoch ungleich wahrscheinlicher als die andere ist und mit anderweitigen Naturgesetzen in sehr naher Verbindung steht. Zuerst liefse sich nämlich annehmen, die Wärme wirke, wie verschiedene andere Substanzen, z. B. Weingeist, bei der Adhäsion zwischen Wasser und Glas. Beide letztere Flüssigkeiten, Weingeist sowohl als auch Wasser, zeigen nämlich eine starke Adhäsion zum Glase, letzteres mehr als ersterer. Dennoch aber hat der Weingeist so starke Anziehung zum Wasser, dafs er dadurch dessen stärkere Adhäsion zum Glase aufhebt, und ein Tropfen Weingeist auf eine über einer Spiegelplatte verbreiteten dünnen Wasserschicht trennt daher die letztere vom Glase. Auf gleiche Weise müfste man dem Wärmestoffe die Kraft bei-

legen, die Adhäsion des Wassers zum Metalle aufzuheben.

Diese Hypothese, welche sich zwar nicht geradezu widerlegen läfst, ist dennoch wohl zu wenig begründet, und den analogen Erscheinungen nicht einmal völlig correspondirend. Die Trennung des Wassers vom Glase findet nämlich vermittelst Weingeistes bei jeder vorhandenen Menge des letzteren statt, man mag einen oder mehrere Tropfen desselben auf die Wasserschicht schütten, bei der Erhitzung der Metalle aber mufs die Temperatur einen gewissen Grad erreichen, und dann hört die Adhäsion plötzlich auf, welches eigentlich mit der aufgestellten Hypothese nicht harmonirt.

Wir können indefs auf einem weit näheren Wege zu einem wahrscheinlich richtigen Resultate gelangen. Zuvörderst haben schon mehrere Physiker, namentlich Lehot und Achard gefunden, dafs die Adhäsion des Wassers an festen Körpern durch Wärme vermindert wird *), und der letztere findet sogar aus seinen Versuchen über die Adhäsion einer Glasplatte an Wasser die allgemeine Formel $x = a - by$, worin x die Temperatur, a eine constante Gröfse $= 339$ (nach den Versuchen), y die Adhäsion nach dem Gewichte und b einen Coëfficienten ausdrücken. Setzt man hierin $y = 0$, so ergiebt sich 339° C. als diejenige Temperatur, bei welcher die Adhäsion des Wassers aufhört, wobei jedoch auf den Unterschied der verschiedenen festen Körper Rücksicht zu nehmen wäre. Diese Bestimmung liefse sich wohl mit den Resultaten des Leidenfrost'schen Versuches vereinigen, obgleich ihre Genauigkeit nicht wohl zu verbürgen ist, allein sie giebt immer über die Ursache, durch welche die Adhäsion aufgehoben wird, keine Auskunft. Nach La Place's bekannter Ansicht von dem Verhalten der Wärme läfst sich hierüber indefs folgendes sagen. Die

*) S. Gehler's Phys. Wört. Neue Aufl. Th. I. p. 180.

Die Wärme ist das repulsive Princip, welches dem Zusammenhange der wägbaren Körperelemente entgegenwirkt, und bis auf einen gewissen Punkt gesteigert, ihn sogar aufhebt. Ist dann die Adhäsion des Wassers zum Metalle geringer, als die Cohäsion dieses letzteren, so mufs es eine Temperatur geben, bei welcher die erstere aufgehoben wird, und zwar eine niedrigere, als bei welcher die letztere sich in Adhäsion verwandelt (nach der von mir angenommenen Wortbedeutung), oder der Körper flüssig wird. Die Adhäsion der Elemente des Wassers unter einander ist geringer, als die gegen das Metall, und da die erstere mit dem Eintritte des Siedepunktes aufzuhören anfängt, indem die Wassertheilchen als Dampf mit Ueberwindung des Luftdruckes entweichen, so mufs nothwendig bei merklich über dem Siedepunkte liegenden Graden der Temperatur auch die Adhäsion an die Oberfläche der Metalle aufhören, und man würde sogar im Stande seyn, diese Temperatur in voraus zu bestimmen, wenn man den absoluten Nullpunkt nebst der Stärke sowohl der Adhäsion, als auch der Cohäsion der Wassertheilchen unter sich und mit der Metalloberfläche genau kennte. Die hiebei zum Grunde liegende Theorie La Place's beruhet auf einer solchen Menge von Thatsachen, welche eben so sehr ihr selbst zur Begründung dienen, als sie aus derselben eine consequente Erklärung erhalten, dafs ich meinerseits durchaus kein Bedenken trage, sie auch da anzuwenden, wo dunkele Naturphänomene durch sie aufgehellet werden können, und diesem nach scheint mir Leidenfrost's Versuch aus diesen und den oben angegebenen Gründen vollständig erklärt.

6) Die neue Beobachtung von Perkins bleibt vorerst noch räthselhaft. Unmöglich kann ich mir vorstellen, dafs die innere Metallfläche des Generators über die hellrothe Glühhitze gebracht war, und wäre dieses, so müfste sich aus der Verbindung mit Wasser nothwendig Eisenoxydul erzeugen, und sonach die Adhäsion wieder

eintreten, wie denn auch wirklich bei dem ersten in No. 6. erzählten Versuche die Wassertropfen schon merklich schneller verdampften, als sonst auf minder heifsem Eisen, weil die Oberfläche nicht mehr so vollständig regulinisch war. Die Erklärung von Perkins, dafs das glühende oder heifse Metall durch die Repulsion des zwischenliegenden Wärmestoffes das Wasser in einem Abstande von $\frac{1}{176}$ Z. bleibend erhalte, scheint mir durchaus falsch, indem sie mit unsern so vielfach wiederholten und die genauesten Beobachtungen zulassenden Versuchen im directesten Widerspruche steht. Bei dem eingeschrobenen am äufseren Ende mit einem Hahne versehenen Rohre scheint mir noch der Umstand einer Berücksichtigung sehr werth, dafs dieses Rohr vom Generator aus erst zum Theil durch das Feuer des Heitzraumes, dann durch die umgebende Mauer desselben ging, und nach aufsen hervorstand. Vielleicht wurde hiedurch eine ähnliche Erscheinung bedingt, als die höchst interessante, welche Clement kürzlich beobachtet hat *), nämlich dafs ein Ventil durch den aus einer Oeffnung entweichenden Dampf nicht zurückgestofsen, sondern angezogen wird, ein der Erklärung gleichfalls noch bedürfendes Phänomen. Indefs wage ich nicht, weder über das eine noch das andere eine Hypothese aufzustellen, weil die Thatsachen noch keinesweges allseitig erforscht sind. Was übrigens Perkins von einer Temperatur $=650°$ F. (343,3 C.) und einer dieser zugehörigen Elasticität des Dampfes $=4000$ Atmosphären sagt, läfst bedauern, dafs ein so berühmter Techniker die Gesetze der Elasticität des Wasserdampfes hiebei so wenig berücksichtigt hat.

*) Man sehe diese Ann. Bd. 86. S. 265. 286. 288. P.

V *Zur Geschichte des Tellurs; vom Prof. N. W. Fischer in Breslau.*

1) Verhalten zu den Säuren.

Salpetersäure löst bekanntlich leicht dieses Metall klar und farbenlos auf, wird jedoch mehr Tellur angewandt, als die Salpetersäure aufzulösen im Stande ist, und bleibt die Auflösung in Berührung mit dem unaufgelöst gebliebenen Metall, so scheidet sich aus der Auflösung:

1) ein vollkommen weifses krystallinisches Salz ab, welches die neutrale Verbindung dieser Säure ist, und im Wasser sich leicht auflösen läfst;

2) unmittelbar an dem unaufgelöst gebliebenen Metalle hingegen, legt sich ein mehr graulichweifses Salz an, welches nicht nur im Wasser, sondern selbst *nicht in Salpetersäure,* bei gewöhnlicher Temperatur, auflösbar ist; in Salzsäure hingegen löst es sich mit gelblicher Farbe auf. Dieses ist basisches salpetersaures Telluroxyd, wobei das Verhalten zur Salpetersäure allerdings merkwürdig ist. Das von Klaproth angegebene Verhalten der salpetersauren Auflösung zum Wasser, dafs sie nämlich dadurch, im Gegensatze der Salzsäure, keine Zersetzung erleidet, ist im Allgemeinen vollkommen gegründet, wenn jedoch die Auflösung in Salpetersäure möglichst vollkommen gesättigt ist, dann erfolgt beim Vermischen mit einer geringen Menge Wasser die Ausscheidung eines weifsen Pulvers, welches bei einer gröfsern Menge wieder vollständig aufgelöst wird. Die geringe Menge Wasser scheidet nämlich das neutrale Salz aus, welches in einer gröfsern Menge wieder aufgelöst wird.

In Salzsäure löst es sich nur sehr langsam und in geringer Menge, sowohl bei gewöhnlicher Temperatur, als auch beim Kochen, auf, was bei der leichten Oxydirbarkeit dieses Metalls einerseits, und bei der starken Anzie-

hung zum Wasserstoff andererseits auffallend ist. Durch den Zusatz von Salpetersäure erfolgt die Auflösung leicht und reichlich, sie ist jedoch nicht ganz farbenlos, sondern gelblich. Aus dieser Auflösung schlägt nun das Wasser, wie bekannt, das basische Salz nieder, welches nur dann, Klaproth's Angabe gemäfs, durch den Zusatz einer gröfsern Menge Wasser wieder aufgelöst wird, wenn die Auflösung noch viel freie Säure enthält. Die bis zum trocknen Rückstande verdampfte Auflösung hingegen — Chlortellur — die keine freie Salzsäure enthält, wird durch das Vermischen mit Wasser so zersetzt, dafs bei weitem der gröfste Theil Telluroxyd als basisches Salz niederfällt, und dieses ist in Wasser unauflöslich oder sehr schwer auflöslich.

Schwefelsäure löst es, wie bekannt, bei gewöhnlicher Temperatur und selbst beim Ausschlufs der Luft, mit einer schönen rothen Farbe auf. Die Auflöslichkeit ist sehr gering und bedeutend verschieden, sowohl in Rücksicht der Menge des aufgelösten Metalls, als auch der Zeit, welche zur gesättigten Auflösung nöthig ist, je nachdem das Metall als ein ganzes Stück oder im gepulverten Zustande angewandt wird. Im letztern Falle löst die Schwefelsäure $\frac{1}{100}$, und zwar in weniger als 2 Stunden auf; die Auflösung ist von gesättigt rother Farbe, und nimmt nach mehreren Tagen nicht zu, als Beweis, dafs dieses das Maximum der Auflöslichkeit ist. Bei Anwendung des Tellurs hingegen, als ein zusammenhängendes Metallkorn, stellte sich die gesättigt rothe Farbe erst nach 12 Tagen ein, und die Auflösung zeigte nur $\frac{1}{1000}$ aufgelöst. Bei dieser geringen Auflösung überhaupt, und da beim Vermischen dieser Auflösung mit Wasser der gröfste Theil des Tellurs im metallischen Zustande ausgeschieden wird, kann man leicht die geringe Menge des noch aufgelöst bleibenden Tellurs übersehen, zumal wenn man sich nicht sehr empfindlicher Reagentien bedient; daher auch Magnus diese Auflösung als eine blos mechanische zu be-

trachten sich veranlafst gefunden hat, was aber nach meinen Versuchen nicht der Fall ist, sondern es wird hier auf Kosten der Schwefelsäure ein niedrigeres Oxyd des Tellurs gebildet, welches in Verbindung mit der zum geringen Theil zersetzten, gröfstentheils aber unzersetzt gebliebenen Schwefelsäure eben diese rothe Flüssigkeit bildet. Beim Vermischen mit Wasser wird dieses Suboxyd in Metall und Oxyd verwandelt, wobei das erstere natürlich niederfällt, das letztere hingegen mit der Schwefelsäure verbunden aufgelöst bleibt, und bei dieser geringen Menge natürlich nur durch die empfindlichsten Reagentien wahrgenommen werden kann. (S. d. Ann. 1828. No. 1. S. 153.) Bei erhöheter Temperatur löst sich zuerst das Tellur mit derselben schönen Farbe auf, die jedoch weit gesättigter und mehr violettblau als roth ist, welche unter den günstigsten Umständen bei gewöhnlicher Temperatur nicht erhalten werden kann, dann aber erfolgt vollkommene Entfärbung unter starker Entwickelung schwefliger Säure. Das gebildete schwefelsaure Telluroxyd bleibt jedoch nicht aufgelöst, sondern schlägt sich krystallinisch nieder, welches noch mehr beim Erkalten der Schwefelsäure stattfindet. Dieses krystallisirte Salz ist im Wasser leicht auflöslich. Wird hingegen mehr Tellur angewandt, als die Schwefelsäure beim bloſsen Erhitzen bis zum Kochen leicht auflösen kann, und das Kochen fortgesetzt, dann bildet sich ebenfalls, wie es bei der Salpetersäure schon bei gewöhnlicher Temperatur der Fall ist, ein basisches Salz, welches von graulichweifser Farbe im Wasser schwer auflöslich, leicht auflöslich hingegen in Salz- und Salpetersäure ist.

2) Verhalten zu den Reagentien.

Dafs das Telluroxyd mehr die Natur einer Säure, als die einer Basis zeigt, hat bereits Berzelius vor langer Zeit durch die innigen Verbindungen, die dasselbe

Digitized by Google

nicht nur mit den Alkalien, sondern auch mit mehreren Metalloxyden bildet, zur Genüge dargethan, auch das von mir angegebene Verhalten der Telluraufl\u00f6sung zu den reducirenden Metallen (s. diese Ann. 1828. No. 3. S. 502.) entspricht vollkommen dieser Ansicht. Aus diesen Versuchen von Berzelius ergiebt sich, das mehrere Metallsalze, mit der Auflösung der tellursauren Salze vermischt, Niederschläge bilden, und folglich als Reagentien für diese Auflösung dienen können. Ich vermuthete, dafs eine oder das andere dieser Metallsalze eine ähnliche Wirkung auch auf die Auflösung des Telluroxyds in Säuren äufsern wird, eine Vermuthung, die sich jedoch nicht bestätigte; nur salpetersaures Quecksilberoxydul und essigsaures Bleioxyd bilden einen weifsen, und die Auflösung des Kupferoxyds in Ammoniak einen grünlichblauen Niederschlag; Erscheinungen, die keinesweges charakteristisch, sondern von vielen andern Körpern mit diesen Metallsalzen hervorgebracht werden; sie eignen sich demnach nicht, als besondere Reagentien für Telluroxyd. Dagegen ist:

1. Chlorzinn ein eben so charakteristisches als sehr empfindliches Reagens. Die Wirkung besteht bei gesättigter Auflösung in einem schwarzen faserigen Niederschlage, oder bei verdünnter Auflösung in einer braunen Färbung, die erst nach einiger Zeit entsteht. Dieselbe Reaction findet selbst noch bei $\frac{1}{60000}$ Telluroxyd deutlich statt. (S. d. Ann. a. a. O. die Reduction des Tellurs durch Zinn.)

Vermittelst dieses Reagens kann man sehr deutlich die Auflösung des Tellurs in der verdünnten Schwefelsäure wahrnehmen, wenn man die bei gewöhnlicher Wärme in verschlossenen Gefäfsen durch Schwefelsäure und metallisches Tellur bewirkte rothe Auflösung mit Wasser vermischt hat.

2. Eisenvitriol bewirkt die Ausscheidung des regulinischen Tellurs, welches jedoch nur bei vollkommener

Neutralisation des Tellursalzes und bei einem bestimmten Grade der Sättigung stattfindet.

3) Phosphoralkohol bewirkt die Ausscheidung eines anfangs weifsen, nach längerer Zeit sich schwärzenden Niederschlags; eine Wirkung, die von diesem Reagens immer bei denjenigen Metallsalzen stattfindet, welche vom Phosphor reducirt werden *).

VI. *Versuche über das Alizarin, oder den Farbestoff des Krapps; von Prof. Zenneck in Hohenheim.*

Die Untersuchungen, welche über den Krapp und sein rothfärbendes Princip in neuern Zeiten gemacht worden sind, stammen hauptsächlich von Bucholz, John, Kuhlmann und Robiquet in Verbindung mit Colin. Es ist aber dieser färbende Stoff von den drei ersten Chemikern nicht rein ausgeschieden worden. Vielmehr fand sich derselbe bei den von Bucholz **) erhaltenen Producten an mehreren Materien und zwar an Zucker, Gummi, Harz und Extractivstoff gebunden; eben so war auch der von John ***) erhaltene ponceaurothe Stoff wahrscheinlich noch mit Harz in Verbindung, und ohne Zweifel enthielten sein süfses Extract und sein rothbraunes wachsartiges Fett wohl noch viel von dem färbenden Princip; und was Kuhlmans †) Analyse betrifft, so war der Niederschlag, den er durch Behandlung des Wasseraus-

*) Beim Abschreiben der Notiz über die Metalle, welche durch Phosphor aus ihren Auflösungen reducirt werden, s. a. a. O. S. 504., ist das Tellur übersehen worden.

**) Dingler, polyt. Journal, XXII. p. 61. Bucholz Taschenbuch für Scheidekünstler. 1811.

***) Dingler, XXII. p. 62. John, chemische Schriften. 1813.

†) Dingler, polyt. Journ. XIII. p. 232.

zugs mit Schwefelsäure, Alkohol und kohlensaurem Kali bekam, und den er, weil er sich ihm rothbraun krystallisirt hatte, für den eigentlichen Farbestoff hielt, durchaus nicht dieser, sondern höchst wahrscheinlich eine Verbindung von Extractivstoff mit etwas Farbestoff und Kali. Uebrigens bereitete seine Analyse, so falsch auch die Ansicht von dem durch Schwefelsäure erhaltenen Niederschlag war, doch die Auffindung des reinen färbenden Princips vor. Denn Robiquet und Colin *) benutzten die Anwendung der Schwefelsäure bei ihren Untersuchungen; nur schlugen sie nicht den Wasserauszug, sondern die Auflösung des Alkohols mit jener Säure nieder, und bemerkten ohne Zweifel bei einer starken Trocknung des erhaltenen Niederschlags, dafs sich auf dem getrockneten Pulver, rothgelbe nadelförmige Krystalle angesetzt hatten. Sie unterwarfen nun eben dieses Pulver einer weitern Sublimation, und erhielten dann wenigstens so viel Krystalle, dafs sie damit einige Versuche über ihr Verhalten zu verschiedenen Materien machen und vorläufig beweisen konnten, dafs der auf diese Art von ihnen ausgeschiedene Stoff das reine färbende Princip sey. Noch sind aber ihre Untersuchungen über diesen Stoff, den sie einstweilen *Alizarin* nennen, ihrer eignen Erklärung zufolge, nicht geschlossen **), und es steht also zu erwarten, was sie bei der weitern Verfolgung dieses für die Färbekunst so wichtigen Gegenstandes uns weiterhin darüber liefern werden.

Um indessen von der Richtigkeit der bisherigen Forschungen dieser beiden Chemiker überzeugt zu werden,

*) Dingler, polyt. Journal, XXII. p. 61. Journ. d. Pharmacie, 1826. Geiger, Magazin für Pharmacie, 1826, Oct. p. 61.

**) Ein weiteres ist in einem Aufsatz im *Bulletin de sc. math. phys. et chim.* 1827, Sept. p. 195., herausgekommen, und daraus im Auszuge mitgetheilt in Erdmann's Journal d. techn. und ökonomischen Chimie, 1827, Heft 1. p. 96., worüber ich am Ende ein Paar Bemerkungen beifügen werde. (Siehe H.)

und um die Natur dieses neuen vegetabilischen Stoffs durch eigene Untersuchungen kennen zu lernen, habe ich theils verschiedene Mittel seiner Darstellung *) angewandt, theils seine wichtigsten Verhältnisse zu verschiedenen Materien zu bestimmen gesucht, und ich fand folgendes.

A. Versuche über verschiedene Methoden der Ausscheidung.

1. Getrocknetes Krappmehl wurde in einer Retorte zu trockner Destillation **) mit mäfsig starkem Feuer behandelt; es zeigten sich aber keine Nadeln in dem Hals der Retorte, oder auf der Oberfläche des Mehls, wie es bei einer ähnlichen Behandlung des Gallusmehls zur Erhaltung von Gallussäure der Fall ist, sondern nur einiges empyreumatisches Oel, das Lackmuspapier röthete. Besser war der Erfolg, als ich zur unmittelbaren Sublimation von dem gleichen Krappmehl eine Portion noch feiner pulverisirte, beutelte und auf ein Uhrglas ***) brachte, über dem ein Trichter gesetzt war, und das mit einer Lampe nach und nach erhitzt wurde. Alsdann erschien auf der Oberfläche des Pulvers ein Anflug von kleinen gelbrothen Nadeln; aber die erhaltene Menge war sehr unbedeutend, und der schwarz gewordene Rückstand sehr viel.

*) In der Versammlung der Naturforscher und Aerzte in München zeigte ich letzten Herbst den aus dem Alkohol durch Schwefelsäure erhaltenen braunen Niederschlag und das sublimirte Alizarin.

**) Hiebei erhielt ich nur Kohlenoxyd mit Kohlenwasserstoff und Kohlensäure, einen Theer mit Essigsäure und einen kohligen Rückstand, dessen Asche mit Salzsäure aufbrauste, und bei der Digestion damit Kieselerde zurückliefs.

***) Zu diesen und den nachfolgenden Sublimirproben gebrauchte ich anfangs einen Tiegel nebst Trichter; es verbrannte aber dabei zu viel von dem Pulver. Besser ging der Procefs bei einem etwas concaven Eisenblech oder einem flachen Uhrglas, auf welches ein anderes durchbohrtes Uhrglas gesetzt wurde. Auch fand ich, dafsdie Erwärmung nur nach und nach steigen darf.

Digitized by Google

2. Ein Pfund Krappmehl wurde mit kaltem Wasser eingeweicht und auf einem Seihtuch ausgedrückt, das durchgelaufene Wasser auf ein Filter gebracht, und das ausgedrückte Mehl mit Alkohol in der Sonne hingestellt. Das filtrirte bräunlichgelbe Wasser kam nach dem Abdampfen gleichfalls mit Alkohol in die Wärme, und es wurde dann die Tinctur mit verdünnter Schwefelsäure niedergeschlagen und der erhaltene Niederschlag zur Sublimiren gebracht; ich erhielt aber kein Alizarin; als ich nun den trocknen Rückstand im Filter unmittelbar nach seiner Trocknung auf dem Uhrglas erhitzte, so erschien dieser Stoff zu meiner Verwunderung. Nach einigen Tagen sonderte ich die Masse des Krappmehls von dem Alkohol ab, dampfte diese rothbraune Tinctur bis auf $\frac{1}{3}$ ein, versetzte sie mit verdünnter Schwefelsäure *) und sublimirte den getrockneten Niederschlag; die Ausbeute dabei war verhältnifsmäfsig die gröfste. Endlich kochte ich den ausgedrückten Rest von Krappmehl mit Wasser und behandelte sowohl das erhaltene braune Wasser nach seiner Abdampfung, als den ausgedrückten Rückstand mit Alkohol und Schwefelsäure. Das Pulver von jenem lieferte mir nun bei der Sublimationsprobe nichts bemerkbares; hingegen das letztere eine ziemliche Menge, wenn schon weniger als das von der frühern Tinctur.

Bei diesen Versuchen untersuchte ich auch zugleich das schwefelsaure Wasser des Niederschlags von der Tinctur und den kohligen Rückstand des braunen Pulvers, aus dem sich das Alizarin sublimirt hatte. Jenes gelblichbraune Wasser wurde bei dem Abdampfen grün-

*) Ohne Niederschlag durch Schwefelsäure gelang die Sublimation mit der Tinctur nicht, wahrscheinlich, weil das Alizarin von den damit verbundenen Stoffen der Auflösung zurückgehalten wurde. Anders verhält sich eine reine Auflösuug des Alizarin in Alkohol.

**) Dieses Pulver zog aus der Luft Feuchtigkeit an, und enthielt also Extractivstoff.

lich und zuletzt braun; Alkohol schied daraus einen süfsen bitterlichen Saft, der mit Hefe gährte (Zucker), und der andere Theil (der Rückstand) eingetrocknet und zur Asche verbrannt, lieferte mit Wasser eine Auflösung, bei der Platinauflösung das Daseyn von Kali bewies, und mit Salzsäure eine Verbindung, welche Eisenoxyd enthielt. Der kohlige Rückstand aber löste sich als Asche meistens in Wasser auf und verrieth dann das Daseyn von Kalk. — Erscheinungen, aus denen sich schliefsen läfst, dafs das Alizarin an Zucker, Extractivstoff, Kali, Eisenoxyd und Kalk in dem Krapp gebunden seyn mag.

3. Um zu sehen, ob eine dem Gebrauch des Alkohols vorangegangene *Gährung* die Ausscheidung des Alizarin befördere, brachte ich $\frac{1}{4}$ Pfund Krappmehl zur Gährung, filtrirte und behandelte den Rückstand mit Alkohol und Schwefelsäure. Das Ergebnifs der Sublimation sprach für jene Meinung. Noch behandelte ich 2 Unzen Mehl mit kaltem, und dann mit kochendem Wasser, filtrirte die letzte Auflösung und theilte sie in zwei Parthieen, wovon ich die eine ungegohren weiter auf Alizarin untersuchte, die andere aber vorher in Gährungszustand versetzt hatte, und dann auf gleiche Art prüfte. Bei jener Parthie erschien nur sehr wenig, bei dieser hingegen viel Alizarin, als ich das eine und das andere Pulver zum Sublimiren unmittelbar angesetzt hatte, so dafs sich demnach das Obige bestätigte.

4. Da die Schwefelsäure (nach 2.) das Alizarin aus manchen Verbindungen reifst, so digerirte ich eine Portion feingepulvertes Krappmehl unmittelbar mit verdünnter Schwefelsäure, wusch den filtrirten Rückstand aus und sublimirte davon unmittelbar nach dem Trocknen. Ich erhielt zwar nicht sehr viel gefärbte Nadeln, aber doch mehr, als wenn ich ein solches Mehl ohne diese Vorbereitung behandelte.

5. Vorläufige Proben, die ich mit Aetzkalien und kohlensauren Kalien in Bezug auf Krappmehl gemacht hatte,

und bei denen ich eine mehr oder weniger dunkelrothbraune oder violette Auflösung erhielt, veranlafsten mich mit Aetzammonik, kohlensaurem Ammoniak und Aetzkali theils kalte, theils heifse Auszüge zu machen, und dieselben theils unmittelbar, theils nach den Niederschlägen mit Schwefelsäure zum Sublimiren zu bringen. Ich erhielt aber schon an diesen Auszügen einen beim Eindampfen zu dunkelbraun gewordenen Syrup, und die Niederschläge zogen bei dem Trocknen zu leicht Feuchtigkeit an sich (wie es bei den Pflanzenextracten bekanntlich häufig der Fall ist), als dafs ich mir ein gutes Resultat von dieser Methode versprach. Und ich hatte mich auch nicht getäuscht, denn ich bekam bei den Sublimationsversuchen der oft sehr hart gewordenen Pulver entweder gar nichts, oder höchst wenig, weil der gröfste Theil davon ein der Humussäure ganz ähnlicher Extractivstoff war.

6. Befriedigender war endlich für mich die Behandlung mit Schwefeläther. Ich digerirte damit eine Portion von dem früher mit Schwefelsäure digerirten Krappmehl (nach 4.), und setzte den abdestillirten und getrockneten hellbräunlichroth aussehenden und in der Wärme schmelzenden Auszug auf das Sublimirglas, ohne noch einmal Schwefelsäure zu einem Niederschlag angewandt zu haben. Bald erhoben sich bei untergebrachter Lampe aus der schwarzen schmelzenden Masse unter fast wachsartigem Geruch gelblichte Dämpfe, und es setzten sich sowohl am obern, als untern Glase schöne rothgelblichte Nadeln in weit kürzerer Zeit an, als es bei der Sublimation eines frühern alkaligen Niederschlags der Fall war. Aufser diesem Versuch mit Krappmehl, das vorher mit Schwefelsäure behandelt worden war, machte ich noch aus *a*) pulverisirtem Holz und *b*) pulverisirter Rinde desselben atheniensischen Krapps, ohne vorangegangenes Auswaschen mit Wasser und Schwefelsäure, unmittelbare Auszüge mit Schwefeläther, und erhielt bei der nachherigen

unmittelbaren Sublimation des abdestillirten Rückstandes ½ Proc. Alizarin.

Aus diesen Versuchen über die verschiedenen Ausscheidungsmethoden folgt nun, dafs man das Alizarin zwar wohl unmittelbar durch Sublimation erhalten kann, dafs aber der vorangehende Gebrauch des Alkohols, und noch mehr der von dem Aether besser zum Zweck führt, dafs man auch bei dem Gebrauch von Alkohol mit Nutzen die Gährung des Krappmehls vorausschicken kann, und dafs bei dem Alkoholgebrauch die Schwefelsäure zum Niederschlag anzuwenden ist, während bei einem Auszug durch Aether jene entbehrt oder vorangeschickt werden kann.

Wendet man aber auch die vortheilhafteste Methode an, um das Alizarin rein auszuziehen, so darf man nach Schätzungen, die ich mit einigen Auszügen gemacht habe, wahrscheinlich auch bei dem Gebrauch des besten Krappmehls auf nicht mehr als ½ bis 1 Proc. trocknen Mehles rechnen. Auch lieferten mir wirklich 60 Gran von dem holzigen Theil atheniensischen Krapps bei der Extraction durch Aether, bis dieser kaum noch gelb geworden war, und bei der Sublimation des Extrahirten, nicht mehr als 0,4 Gran Alizarin.

B. Physische Eigenschaften des Alizarin.

Das reine sublimirte Alizarin zeigt folgende Erscheinungen:

1. *Gesichtserscheinungen.* Wird das bräunliche Pulver, das man entweder vermittelst Alkohol und Schwefelsäure erhalten hat, oder das rothbräunliche, welches der Aether lieferte, nach und nach auf der Sublimirfläche unter einem nahe aufliegenden durchbohrten Deckel erhitzt, so erscheinen gelbliche Dämpfe, und es setzen sich an beiden Flächen *rothgelbe*, stark glänzende und durchscheinende Fäden und Nadeln an. Ist aber der Sublimirdeckel ein hoher Trichter, an welchen man das

Digitized by

Alizarin durch verstärkte Hitze hinauftreiben will, so erscheint an diesem nur ein wenig *in's Orangegelbe* ziehendes Pulver, das keinen Glanz zeigt. Sammelt man übrigens dieses Pulver zu einem Haufen, so erhält dieser eine rothgelbe Farbe.

2. *Geruch.* Bei der Erwärmung des Alizarin, und noch mehr bei seiner Sublimirung aus dem Pulver erscheint ein eigenthümlicher, nicht unangenehmer Geruch, der sich dem aromatischen nähert, und bald an den Geruch des Benzoësäure-Dampfs, bald an den des Jods erinnert. Einen wachsartigen Geruch nahm ich nur bei seiner Sublimation des Aetherauszugs wahr, und einen fettartigen nur hie und da bei den Alkoholauszügen, was wahrscheinlich wohl von den damit aufgelösten entsprechenden Stoffen herkam.

3. *Geschmack.* Das reine Alizarin schmeckt deutlich bitterlichsauer, wiewohl nicht sehr stark.

4. *Gefühlserscheinungen.* Die Krystallnadeln sind 4seitig, meistens sehr fein und haar- oder wellenförmig gruppirt, weich, biegsam, leicht an andere Körper anhängend und glatt, sinken in dem Wasser nieder (sind also spec. schwerer als dieses), sintern bei Erwärmung zusammen, ohne jedoch einen liquiden Körper zu bilden, und flattern bei verstärkter Hitze in geschlossenem Raum in der Form eines Staubs oder Dampfs umher, während auf der Fläche des Glases schwärzliche Flecken zurückbleiben. Die Temperatur, bei der das Alizarin zusammensintert und sich dann sublimirt, übersteigt um etwas die Hitze von kochendem Rapsöl; denn als ich in solchem eine Glasröhre mit Alizarin behandelte, so erhoben sich kaum einige Nadeln vom Alizarin in der Glas röhre.

C. Verhalten zu verschiedenen, meistens organischen Flüssigkeiten.

1. *Wasser* löst kalt fast nichts *) vom Alizarin auf, und kochendes nur sehr wenig; denn, um nur 1 Gran davon nach und nach zur Auflösung zu bringen, mufste ich ungefähr 1 Pfund Wasser damit kochen. Bei diesem Versuch wurde dasselbe röthlich, in's Violette ziehend, liefs bei dem Erkalten den gröfsten Theil des Alizarins als schmutzig-röthliche Flocken fallen, späterhin sogar wieder einige Krystalle erscheinen, und behielt nach einigen Tagen nur noch eine schwache schmutzig-rosenrothe Farbe, welche nach mehreren Wochen endlich fast ganz verschwand. Die vom Wasser abgesonderten Flocken wurden bei dem Trocknen hellbräunlich, matt, leicht zerreiblich, und zogen nach ihrer vollkommnen Austrocknung keine Feuchtigkeit aus der Luft an. Kann man also auch nicht sagen, dafs das Alizarin von dem Wasser aufgelöst werde, so geht es doch mit demselben eine ähnliche Verbindung ein, wie die meisten Metalloxyde, es kömmt durch dasselbe in *hydratischen* Zustand.

2. Leichter verbindet es sich mit *Zuckerwasser*, besonders wenn es damit gekocht wird. Jenes nimmt alsdann eine röthlichhellbraune Farbe an, behält diese Farbe, und läfst bei dem Erkalten nur wenige Flocken fallen, welche dunkler aussehen.

3. In Alkohol löst es sich gut auf; es fordert bei 8—10° R. von einem Alcoh. zu 32° Beck 210 Theile, und wird darin rothgelb **); Wasser, in das man einige

*) Diese Behauptung steht in keinem Widerspruch mit der Erscheinung von einem zur alizarinhaltigen Gallerte gerinnenden Auszug, den man bei dem Ausdrücken von Krapppulver *mit Wasser* erhält, da in dem Krapp das Alizarin mit Zucker und andern schleimartigen Stoffen in Verbindung steht, welche das Alizarin leicht durch das Leimtuch mit sich fortreifsen.

**) Dampft man diese Auflösung ab, so bleiben rothgelbe Flocken zurück, die bei weiterer Erhitzung storaxartig riechen und sich leicht in Nadeln verwandeln.

Tropfen davon bringt, wird nach und nach röthlichviolett, und Papiere, die damit tingirt werden, erhalten an der Luft eine Lillafarbe, die durch Kalien violett, und durch Säuren gelb wird.

4. Im *Aether* geschieht seine Auflösung gleichfalls leicht, und es fordert das Alizarin bei obiger Temperatur von einem Aether zu 0,73 spec. Gew. 160 Theile. Eine solche Auflösung sieht auch rothgelb aus, und läfst nach dem Eintrocknen das Alizarin besser, als aus der Alkoholauflösung sich sublimiren. Aether, der nicht davon gesättigt wird, erhält eine gelbröthliche Farbe, und Wasser, das mit einer gesättigten Auflösung geschüttelt wird, schlägt das Alizarin in schmutzig röthlichen Flokken nieder.

5. Auch in *Schwefelkohlenstoff*, *Terpenthinöl*, *Steinöl* und *fettem Oel* löst sich das Alizarin unter röthlichgelber Färbung des Lösungsmittels.

6. Aufgufs von *blauem Kohl*, *Veilchensaft* und *Lackmus* wird durch eine Auflösung des Alizarin in Alkohol oder Aether roth gefärbt.

7. *Chlorwasser*, in welches das krystallisirte Alizarin gebracht wird, verändert seine Farbe nur sehr langsam (wahrscheinlich erst nach Verwandlung des Chlors in Salzsäure) in ein lichteres Gelbroth; auch mit Krapp gefärbtes Baumwollen-Garn wird nur dann dadurch vollkommen gebleicht (reducirt), wenn der gröfste Theil der Farbe auf irgend andere Art vorher davon entfernt worden ist.

8. *Jod* (in fester Gestalt) erweicht sich mit den Alizarinnadeln zu einer grauen Materie, welche aber bei der Erwärmung zuerst das Jod, und dann das Alizarin sich sublimiren läfst.

Aus diesen Verhältnissen begreift sich, warum der Krapp, da er Zucker enthält, in seinen Wasserausztigen einiges Alizarin absetzt, und warum Alkohol, so wie Aether zu den besten Abscheidungsmitteln gehören.

D.

by Google

D. Verhalten zu einigen Säuren, Oxyden und Salzen, so wie bei der Verbrennung mit Kupferoxyd.

1. Wird in concentrirte *Schwefelsäure* krystallisirtes Alizarin gebracht, so löst es sich darin unter blutrother Farbe auf, die nach und nach in's Braune übergeht, und schlägt sich daraus bei Zugufs von Wasser wieder nieder. Ist die Säure mit Wasser verdünnt, so bringt sie in den verschiedenen Auflösungen das Alizarin zum Niederschlag in hellbräunlichen Flocken, unter gelblicher Färbung der rückständigen Flüssigkeit.

2. Concentrirte *Salpetersäure* und *Salzsäure* lösen das Alizarin gleichfalls, wiewohl mit einiger Zersetzung, auf, und es wird jene gelblichroth und diese röthlichgelb. — Auch schlagen sie es aus den Auflösungen gelbbräunlich und folglich verändert nieder.

3. Die *eigentlichen Kalien* verbinden sich leicht mit dem Alizariin zu einer violetten Auflösung, die nach Verhältnifs der Menge von jenem und der Dichtigkeit der Auflösung mehr oder weniger dunkel ist, und mehr oder weniger in's Rothe oder Blaue sticht. Am schönsten ist die Auflösung mit Ammoniak, weniger die mit Kali und Natron. Werden diese Auflösungen eingetrocknet, so entstehen keine Krystalle, sondern nur hautartige Blättchen von violettbräunlicher Farbe, und erhitzt man diese nach und nach stärker, so sublimirt sich das Alizarin aus der Ammoniakverbindung, aber nicht aus der mit den zwei andern Kalien.

Werden statt der Aetzkalien die kohlensauren Kalien genommen, so färben sie sich gleichfalls violett durch das Alizarin; aber die Kohlensäure dieser Salze wird dadurch nicht ausgetrieben. Nimmt man zum Versuch eine Lösung von doppelt-kohlensaurem Natron, so bleibt das Alizarin unaufgelöst, und jenes wird kaum etwas gefärbt, woraus erhellt, dafs das Alizarin schwächer als die Kohlensäure ist, und sich mit den Kalien in diesen Salzen

Digitized by Google

nur, wenn sie mit Kohlensäure nicht neutralisirt sind, verbinden kann. Erhitzt man jene Lösung des kohlensauren Natrons mit dem Alizarin in offenem Gefäfs, so erscheint nach und nach die violette Farbe, weil jetzt ein Theil der Kohlensäure ausgetrieben worden ist.

4. Bringt man mit den *kalischen Erden* in ihrer wäfsrigen Auflösung (Kalk-, Baryt-Bittererdelösung) mit einer Auflösung des Alizarin in Alkohol zusammen, so wird die Flüssigkeit nach und nach lillafarbig, und setzt nach 1 bis 2 Tagen eine violette Verbindung des Alizarins mit den entsprechenden Erden nieder, aus der es sich nicht subliminen läfst. Wird zu Lösungen des salzsauren Kalks, essigsauren Kalks und phosphorsauren Kalks, der in Salzsäure aufgelöst ist, eine Lösung des Alizarin in Ammoniak gebracht, so sind die Niederschläge bei den zwei ersten hellviolett, bei letzterem aber schmutziggelblich. Wird eine Lösung von salzsaurer Bittererde genommen, so stellt sich erst nach ein Paar Tagen ein schöner dunkelvioletter Niederschlag ein.

5. Eine Auflösung des Alizarin in Ammoniak schlägt sich mit einer *Alaunlösung* rothbräunlich nieder, und dieser Niederschlag wird durch Aetzkali wieder aufgelöst. Auch erhält man bei Zusammengiefsung von einer Auflösung des Alizarin in Alkohol mit *Kieselkalilösung* einen hellvioletten Niederschlag, der bei dem Auswaschen mit Wasser bleibend erscheint.

6. Digerirt man *rothes Eisenoxyd* mit Wasser und Alizarin, so erhält man bei dem Filtriren eine rothbraune Auflösung, und mit dieser Farbe schlägt sich auch die Ammoniakverbindung des Alizarin mit *Eisenvitriol* nieder. *Zinn-*, *Kupfer-*, *Quecksilber-* und *Gold*-Auflösungen liefern mit derselben Flüssigkeit nur einen schmutzigbräunlichen Niederschlag; essigsaures *Bleioxyd* hingegen einen schönen mehr oder weniger hellvioletten und eben so auch *Silbersolution*. *Saures weinsteinsaures Kali* giebt mit ihr nur einen braungelblichen Niederschlag.

Digitized by Google

7. Um die Wirkung des Alizarin bei *leicht oxydirbaren Metallen* zu erproben, kochte ich *Zinkspäne* mit Wasser und Alizarin; es entwickelte sich bald eine meſsbare Menge von Wasserstoffgas, die Flüssigkeit wurde röthlichviolett, verlor aber nach dem Erkalten fast ganz seine Farbe, und lieſs nebst unangegriffenen Zinktheilen rothbraune Flocken zurück, aus denen Salzsäure das Alizarin niederschlug, und welche das aufgenommene Zinkoxyd bei kohlensaurer Kalilösung wieder gab. Es wurde also das Zinkmetall oxydirt, und hatte sich mit dem Alizarin als Oxyd verbunden.

8. Alizarin (2 Gran), das mit 7 Gran Bleioxyd verbunden ward, wurde mit 60 Gran Kupferoxyd gemischt und mit 20 Gran weitern Kupferoxyd, das auf die vorhergehende Mischung kam, in einer Zersetzungsröhre von Platin verbrannt. Es entstand nur etwas Wasser und 2,5 rhein. Cubikzoll Kohlensäure, aber kein Stickgas. 100 Gran Alizarin würden demzufolge aus 18,0 Kohlenstoff, und da der Verlust der vor- und nachher mit dem Inhalt gewogenen Platinröhre =5,0 Gran war, aus 20,0 Wasserstoff und 62,0 Sauerstoff bestehen, wie bei dem Versuch die Verbindung des Alizarins mit dem Bleioxyd ganz frei von Wasser war. Da man aber hiedurch auf eine Capacität (=15,2) kömmt, welche der bei dem nachherigen Versuch (9.) berechneten widerspricht, so dient jeder Versuch nur zum Beweis, daſs das Alizarin stickstofffrei ist.

9. Noch machte ich einen Versuch, um die Sättigungscapacität des Alizarin bei Oxyden zu bestimmen, mit 2 Gran desselben, die ich mit Aetzammoniak auflöste, und dessen Auflösung nachher mit essigsaurem Blei niedergeschlagen wurde. Das zur gänzlichen Auflösung des Alizarin gebrauchte Ammoniak von 6,2 Gehalt (nach Dalton) betrug 100 Gran; da die Auflösung noch nach Ammoniak roch, so lieſs ich sie so lange in flachem

Gefäfs stehen, bis sie geruchlos geworden war. Alsdann wurde eine verdünnte Auflösung von essigsaurem Bleioxyd zugegossen, bis kein weiterer Niederschlag entstand, und ich erhielt nach dem Trocknen des Filtrirten auf dem Ofen ein Gewicht von 9 Gran für die entstandene Verbindung der 2 Gran Alizarin mit dem Bleioxyd, die violettröthlich aussah. Bei dieser Verbindung waren also 22,22 Alizarin mit 77,78 Bleioxyd vereinigt, wenn sie kein Wasser enthielt, oder 100 Gran von jenen hatten 350 Gran von diesen aufgenommen, und die Sättigungscapacität des Alizarin wäre demnach, da 100 Gran Bleioxyd 7,171 Gran Sauerstoff enthält, =25,09, wenn die Verbindung eine neutrale und frei von Wasser war, folglich stärker als die der Kleesäure, bei der sie =22,13 ist. Aber weit entfernt, diesen Versuch für entscheidend *) anzusehen, sehe ich ihn nur als ein vorläufiges Experiment an, das noch durch weitere Versuche mit andern Oxyden seine Berichtigung erhalten mufs.

E. Gewinnungsarten des Alizarin.

1. Da (nach *A.* 1.) durch eine unmittelbare Sublimation des selbst gebeutelten Krappmehls entweder kein Alizarin oder nur höchst wenig gewonnen wird, da ferner (nach *A.* 5.) die Behandlung des Krappmehls mit Kalien und nachheriger Schwefelsäure kein günstiges Resultat giebt, da endlich ein blofser Auszug mit Alkohol (nach *A.* 2. *c* Anmerk.) ohne nachherigen Gebrauch von Schwefelsäure bei der Sublimation eben so wenig gut zum Zweck führt, als eine blofse Behandlung des ausgewaschenen Mehls mit verdünnter Schwefelsäure unter nachheriger Sublimation (nach *A.* 4.), so bleiben, meinen Versuchen zufolge, nur diejenigen zwei Methoden als brauchbar übrig, welche im Gebrauch von *Alkohol* und *Schwefelsäure* nach

*) Essigsaures Bleioxyd enthält gegen 14 Proc. Wasser, es kann also jene Verbindung des Alizarin wohl auch Wasser enthalten haben.

Digitized by Google

vorangegangener Gährung, oder im Gebrauch von *Aether* mit oder ohne vorangegangene Schwefelsäure bestehen.

2. Nach der *ersten* von diesen beiden Methoden fängt man also mit Aufweichung des Krappmehls in kaltem Wasser und Durchseihen auf Leinwand an, bringt dann den Rückstand mit etwas Hefe und Wasser zur Gährung, seiht wieder durch, filtrirt und digerirt den ausgepreſsten und filtrirten Rückstand mit Alkohol, bis dieser bei seiner Erneurung nach vorangegangener Abgieſsung der bereits erhaltenen Tinctur nicht mehr stark gefärbt wird. Die gesammelten Tincturen (auch die durch Auspressen des alkoholigen Rückstands erhaltene) werden nun bis $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ des Ganzen abdestillirt, der dunkelrothgelbe Rückstand mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, der flockige, rothbraune Niederschlag gesammelt, getrocknet, pulverisirt und auf eine Sublimirfläche unterhalb eines sehr flachen Trichters oder durchbohrten Dekkels von Glas gebracht, um das Alizarin bei mäſsig steigender Hitze als gelbe oder gelbrothe Nadeln herauszutreiben.

3. Wendet man nach der *zweiten* Methode Schwefeläther an, so kann man *a*) entweder unmittelbar das feine Pulver des Krapps damit behandeln, sey es durch bloſse Digestion in einer gut mit Kork und Blase verschlossenen Flasche, oder sey es durch Destillation in einer Retorte mit gut verkitteter Vorlage und Cohobation des übergegangenen Aethers, oder *b*) kann man vorher das Krapppulver mit kaltem Wasser, und hierauf mit verdünnter Schwefelsäure *) (die wieder gut ausgedrückt werden muſs) behandeln, ehe man das wieder getrock-

*) Daſs durch vorangegangene Schwefelsäure der Aetherauszug befördert werde, erwieſs sich mir bei einer Probe mit gekrapptem Garn, wovon ich eine Portion unmittelbar mit Aether behandelte, die andere aber erst nach vorangegangener Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure; dort konnte ich dem Garn seine Farbe nicht entziehen, aber hier erhielt ich unter Entfärbung des Garns bald einen Auszug von Alizarin.

nete Pulver mit dem Aether zusammenbringt. Auf welche Art man aber die Aethertinctur erhält, so wird diese in einer Retorte destillirt, und der bis zum Syrup eingekochte Rückstand nach seiner Herausnahme in einer Schale, oder auf dem Sublimirgefäfs selbst bei der Temperatur des Zimmers abgedunstet, und dann erst zum Sublimiren durch eine untergestellte Lampe oder in einem Sandbad, gebracht. Dieses Mittel, und insbesondere der unmittelbare Gebrauch von Schwefeläther, von dem man zu 20 Loth feinem Krapppulver 8 Loth in eine gut verschlossene und mit einer Blase umbundene Flasche zur Erwärmung bringt, um die erhaltene Auflösung zum Sublimiren anzusetzen, möchte für jetzt auch noch *das einfachste Prüfungsmittel* eines Krapps seyn.

4. Zum *Sublimirapparat* taugt (wie bei *A.* 1. bemerkt worden ist) nicht sowohl ein Tiegel oder eine Glasröhre, sondern vielmehr ein Uhrglas oder ein concaves Eisenblech, auf welches man das zu sublimirende Pulver ausbreitet, weil dasselbe das Alizarin um so leichter aus sich heraustreten lassen kann, je dünner seine Schicht ist, und je mehr Fläche dem Heraustretenden dargeboten wird. Und da sich die Alizarinnadeln nicht sehr hoch erheben, so mufs der mit einem kleinen Loch versehene Sublimirdeckel oder Trichter nur sehr flach seyn; auch ist, damit durch diese Oeffnung nur die Feuchtigkeitsdämpfe und nicht zugleich die Alizarindämpfe austreten, in diese Oeffnung ein Stückchen Baumwolle oder Fliefspapier einzustecken; endlich darf man dem Sublimirapparat keine sehr starke Hitze, sondern nur eine, besonders anfangs mäfsige und erst späterhin steigende Wärme ertheilen, damit das Alizarin sich nach und nach aus den tieferen Stellen des Pulvers herausziehen und bei dem Ankommen an der Oberfläche sich krystallisiren oder auch an den Sublimirdeckel anfliegen kann, dessen Abkühlung mit feuchtem Tuch den Procefs beschleunigt.

Digitized by Google

F. Schlüsse aus den im Vorhergehenden untersuchten Verhältnissen des Alizarin.

I. *Auf die Natur des Alizarin.* Das Alizarin ist ein vegetabilischer, stickstoffloser Stoff, der alle Kennzeichen einer Säure an sich trägt, da er säuerlich schmeckt, blaue Pigmente röthet, sich leicht mit verschiedenen Oxyden zu theils auflöslichen, theils unauflöslichen Salzen verbindet, aus diesen Salzen sich durch stärkere Säuren niederschlägt, und als Salztheil sich bei galvanischer Einwirkung zum positiven Pol hinzieht, und also wie andere Säuren negativ sich verhält. Man kann daher das als rothgelbe Nadeln sich krystallisirende Alizarin *Krappsäure* heifsen.

II. *Auf seine Anwendung zum Reagens.* Da Papiere, die in einer Auflösung der Krappsäure in Alkohol oder Aether getaucht und schnell getrocknet in verschlossenem Gefäfs aufbewahrt werden, an der Luft des Zimmers (durch die Ammoniakdünste) eine Lillafarbe, bei den Kalien überhaupt eine violette, und durch Säuren eine gelbe Farbe annehmnn, auch bei jenen die gelbe Farbe wieder verlieren, so können solche Papiere sehr gut zu Reagentien gebraucht werden. Und da doppeltsaure Kalien (sonst auch neutrale genannt) durch das Alizarin nicht gefärbt werden, so kann dieses zur Prüfung von jenen dienen.

III. *Auf die Theorie des Rothfärbens.* Da die Krappsäure in dem Krapp mit verschiedenen Oxyden und andern Stoffen verbunden ist, und da sie den Zeugen nicht für sich, sondern nur in Verbindung mit andern Materien (als Salz) denselben eine schöne rothe Farbe ertheilt, so besteht die Hauptaufgabe des Rothfärbens mit Krapp einerseits in der Entfernung der für den Zweck im Krapp vorhandenen schädlichen Stoffe, und andererseits in der vortheilhaftesten Verbindungsweise der Krappsäure des Krapps mit einem die schönste Farbe gebenden Stoff. Weit entfernt, in der Hinsicht einen Rath ertheilen zu wollen, gebe ich im Folgenden nur einige

Versuche an, welche sich auf die Theorie der bisher üblichen Weise des Färbens beziehen.

G. Versuche, die Theorie des Rothfärbens der Baumwolle mit Krapp betreffend.

1. In den meisten Färbereien wird die Baumwolle bekanntlich auf folgende Art behandelt. Sie wird zuerst mit Lauge von 3 Grad, und hierauf mit *Oel, Lauge* und Schaafbollen 5—6 Mal gekocht, ausgewunden und getrocknet. Dann folgt die *Beitzung* mit einer Alaunbrühe, und nachher mit einer Lauge von Gallus und Sumach, wodurch die Baumwolle eine grünlichgelbe Farbe erhält. Nach dieser Vorbereitung der Baumwolle wird das Krappmehl mit lauem Wasser abgewaschen, und dann mit Wasser (hie und da auch mit Blut) in einem Kupferkessel zum Kochen gebracht. Nun wird die gebeitzte Baumwolle (1 Pfund auf $1\frac{1}{2}$ Pfund Krappmehl) in das heifse *Krappwasser* so lange getaucht, bis das helle Wasser abläuft. Ist dieses geschehen, so wird die gekrappte und rothbraungefärbte Baumwolle mit *Lauge* von 4° und mit *Seife* ($\frac{1}{10}$ Gewicht von der gebrauchten Baumwolle) sehr stark im Dampfkessel gekocht, ausgewunden und getrocknet; das rückständige Wasser sieht alsdann gelbbräunlich aus und die Baumwolle hat von ihrer bräunlichen Farbe verloren. Endlich wird die auf diese Art geseifte Baumwolle in ein mit etwas *Scheidewasser* ($\frac{1}{2}$ Schoppen auf 2 Eimer) angesäuertes Wasser, oder auch in eine Zinnauflösung getaucht, ausgewunden und getrocknet, so dafs sie jetzt die verlangte Farbe und Glanz hat und verschickt werden kann.

2. Mit den Producten dieser verschiedenen Processe, denen die Baumwolle bei dem Färben unterworfen wird, habe ich nun folgende Versuche gemacht.

a) Von der gleich anfangs *geseiften und wieder ausgewaschenen Baumwolle* digerirte ich eine Portion mit verdünnter Salzsäure; die Flüssigkeit wurde trübe, setzte

bräunliche Flocken ab, die bei dem Trocknen und Erhitzen fettig rochen, und liefs die Baumwolle mit gelblichweifser Farbe zurück. Eine andere Portion derselben Baumwolle wurde mit Aetzkalilauge erwärmt; die Auflösung roch fettig, trübte sich stark bei Zugufs von Salzsäure, und setzte auf der Oberfläche Fett an. — Bei diesem ersten Procefs wird also Seife, d. h. ölsaures Kali (oder Natron), mit der Baumwolle verbunden.

b) Zu einer Portion von *gebeitzter* und grünlichgelber Baumwolle kam eine Aetzkalilösung. Die bräunlich gewordene trübe Flüssigkeit setzte bei Zusatz von überschüssiger Salzsäure schmutzig-weifse Flocken ab, welche sich theils in Aetzkali fast wieder ganz auflösten, theils aber auch bei dem Brennen nach Fett rochen und einen grauen Rückstand hinterliefsen; die rückständige Baumwolle aber sah nach diesem Versuch wieder ziemlich weifs aus. — Durch die Beitzung kömmt also an die Baumwolle unter Zersetzung des ölsauren Kali's ölsaure Alaunerde nebst etwas Eisenoxyd und Gerbesäure (des Gallus und des Sumachs).

c) *Gekrappte Baumwolle* wurde, als eine Portion davon mit verdünnter Schwefelsäure gekocht ward, schmutzighellbräunlich, und das abgewaschene trübe Wasser liefs theils Flocken von Alizarin fallen, theils, nach dem Filtriren mit Kali gekocht, einen schwarzbraunen Stoff niederschlagen, der mit blausaurem Eisenkali blaugrün wurde, und wahrscheinlich gerbesaures und gallussaures Eisenoxyd mit Alaunerde war. — Als ich nachher noch eine andere Portion derselben Baumwolle mit Alkohol und Aetzkali digerirte, so wurde das Garn gänzlich weifs, der violettrothe Auszug aber gab bei dem Filtriren eine Flüssigkeit, die, mit Schwefelsäure niedergeschlagen, eine schmelzbare, nach Oel riechende Materie lieferte, und einen weifslichten Rückstand, der nach seiner Auflösung in Schwefelsäure mit kohlensaurem Ammoniak einen schmutzig-weifsen Niederschlag zur Folge hatte. Durch

das Krappen der gebeitzten Baumwolle entsteht also vorzüglich krappsaure Alaunerde, die sich dem Stoff einverleibt, nebst krappsaurem Eisenoxyd und gallussauren, so wie gerbsauren Salzen; auch hängt ihm noch etwas ölsaure Alaunerde an.

d) *Gekrappte und dann geseifte* Baumwolle lieferte, unter Veränderung der rothen Farbe in Rothbraun, mit verdünnter Schwefelsäure eine Flüssigkeit, welche nach dem Filtriren Eisenoxyd und Alaunerde enthielt.

e) Mit einer zuletzt noch *in angesäuertem Wasser* behandelten Baumwolle, oder mit einer in Zinnauflösung eingetauchten, machte ich noch keine Versuche; indessen ist nicht unwahrscheinlich, dafs der Stoff durch jenes Wasser von seinem anhängenden Eisenoxyd verliert, und bei dieser Auflösung sich krappsaures Zinnoxyd an ihn anhängt.

3. Aus den gemachten Versuchen und ihren einzelnen Resultaten ergiebt sich im Wesentlichen folgende *Theorie* des Rothfärbens mit Krapp: zuerst wird der weifsen Baumwolle ölsaures Kali ertheilt, dann dieses in ölsaure Alaunerde verwandelt, hierauf diese ölsaure Alaunerde zu krappsaurer Alaunerde gemacht, und endlich noch das von dem Krapp selbst herkommende Eisenoxyd durch sehr verdünntes Scheidewasser so viel als möglich weggeschafft, so dafs die mit Baumwolle verbundene Farbe als *krappsaure Alaunerde mit etwas wenigen anhängenden ölsauren, gallussauren und gerbesauren Salzen* anzusehen ist.

II. Bemerkungen über Colin's, Robiquet's und Köchlin's neue Untersuchungen von dem Färbestoff des Krapps *).

1. Wenn man nach Colin und Robiquet den mit Wasser ausgedrückten *Rückstand des Krappmehls wegwirft*, und blofs den gallertartig gewordenen Auszug

*) Siehe Journal d. techn. und ökonom. Ch., Heft 1. p. 96.

weiter behandelt, so verliert man sehr viel von der Krappsäure, indem das Wasser nicht im Stande ist, alle Verbindungen der Krappsäure mit andern Stoffen in dem Krapp auszuziehen; noch mehr aber geht davon zu Grunde, wenn man nach ihrer späterhin angegebenen Methode das Krapppulver mit *Schwefelsäure verkohlt*, da (wie Köchlin richtig bemerkt hat) die Krappsäure von der Schwefelsäure theils aufgelöst, theils zerstört wird.

2. Das Alizarin *neutral* zu nennen, da es sich doch so leicht mit verschiedenen Oxyden verbindet, möchte, wenn es auch in seiner Elementarzusammensetzung keinen überschüssigen Sauerstoff enthalten sollte (wie es bei Holzfaser, Zucker etc. der Fall ist), nicht wohl erlaubt seyn, und, wenn es sich auch in der gröfsten Menge von *Alkohol* auflöst und denselben noch färbt, so kann es selbst doch nur durch eine *bestimmte* Menge Alkohol von bestimmter Stärke aufgelöst werden. Und eben so ist auch sein Verhältnifs zum *Aether* beschaffen.

3. Das sogenannte *Purpurin*, welches man aus dem Krapp vermittelst Alaunwassers erhält, und das allerdings bei Zusatz von etwas Säure schöner ausfällt, weil dadurch andere Oxyde weggeschaft werden, scheint nicht blofs Alaunerde zu enthalten, sondern *ist wirklich* eine Zusammensetzung aus Alizarin und Alaunerde.

4) H. Köchlin scheint (p. 99. und 100.) aus seinen Versuchen schliefsen zu wollen, dafs das aus der Alkohollösung unmittelbare sublimirte *Alizarin* nicht der reine Färbestoff, sondern *eine Verbindung des rothen Färbestoffs mit Harz* sey. Allein bei einem Wasserauszug gehen zugleich andere Stoffe mit (als: Extractivstoff, Zucker, Schleim etc.), welche der Sublimation entgegenstehen; werden also diese nicht durch Alkohol abgetrennt, so sublimirt sich das Alizarin entweder gar nicht oder sehr wenig. Ferner entziehen Wasser, Alaun und Säure dem Krapp nicht alles Alizarin; es kann also (wie ich selbst schon gefunden habe) Alkohol noch aus dem

Rückstand Färbestoff ziehen. Endlich war eben deswegen das hellgelbliche Sublimat, das H. Köchlin bei diesem letzten Alkoholauszug bekam, höchst wahrscheinlich kein Harz, sondern wahres Alizarin, was mit ein Paar Tropfen Salmiakgeist sich leicht entschieden hätte.

VII. *Darstellung des Stickstoffgases.*

In den *Ann de chim. et de phys. T.* 17. *p.* 351. hatte Hr. Grouvelle angegeben, dafs man durch Erhitzung eines Gemenges von salpetersaurem Kali und chlorwasserstoffsaurem Ammoniak Stickstoffoxydulgas bekomme. Hr. Soubeiran hat diese Angabe geprüft (*Journ. de Pharm. Ann. XIII. p.* 321.) und sie unrichtig befunden. Nach ihm bekommt man bei Erhitzung eines solchen Gemenges keine Spur von Stickstoffoxydul, vielmehr ein Gas, das, aufser geringen Spuren von sogenannten *acide nitreux*, nur Chlorgas und Stickgas enthält. Da man die beiden ersten Stoffe leicht mit Wasser und ein wenig Aetzkali fortschaffen kann, so empfiehlt er diefs Verfahren zur Darstellung des Stickgases, und räth dazu, als das beste Verhältnifs, 2 Th. Salpeter auf 1 Th. Salmiak zu nehmen *). Der Rückstand der Destillation besteht aus Chlorkalium. Bei Erhitzung eines Gemenges von 3 Th. Salpeter und 1 Th. Salmiak erhielt Hr. S. aufser den angegebenen Gasen, noch eine Flüssigkeit, bestehend aus Chlorwasserstoffsäure, sogenannte *acide nitreux*, und Salmiak.

*) Man sollte glauben das beste Verhältnifs wäre ungefähr = 12 : 10, denn ein Gemenge von (K N) = 1266,952 und $1\frac{1}{2}$ (N H^3 + Cl H) = 1004,404 enthält den Sauerstoff und Wasserstoff gerade in dem zur Wasserbildung nöthigen Verhältnifs.

P.

VIII. *Fortsetzung der Untersuchung des Platins vom Ural; von G. Osann, Professor der Chemie in Dorpat* *).

Untersuchung der Platina von Nischnei Tagilsk.

Diese Sorte besteht aus dunkel aschgrauen, beinahe schwarzen Körnern, welche die Gröfse eines Pfefferkorns und darüber haben.

1. 1,305 Grm. wurden mit Salpeter-Salzsäure in einem Kolben übergossen und damit digerirt. Nach Verlauf einiger Tage hatten sich die Körner bis auf eine geringe Menge kleiner, stark metallisch glänzender Blättchen aufgelöst. Hievon wurde die Auflösung abfiltrirt; das unaufgelöst Gebliebene hatte ein Gewicht von 0,0235. Die Auflösung sah dunkelroth aus.

2. Dieselbe wurde in eine Retorte gebracht und der Destillation unterworfen. Als die Auflösung beinahe gänzlich bis zur Trockne abdestillirt war, wurde Wasser zugegossen und von Neuem destillirt. Diefs Verfahren wurde so lange fortgesetzt, bis die übergehende Flüssigkeit nicht mehr sauer reagirte. Nachdem ich mich hiedurch überzeugt hatte, dafs die Auflösung keine freie Säure mehr enthielt, wurde sie in einen Glascylinder gegossen und mit einer Auflösung von Cyanquecksilber versetzt. Es fällten sich gelbe Flocken, welche, abfiltrirt, getrocknet und durch Hitze zersetzt, 0,0035 Palladium gaben.

3. Die Auflösung mit Salmiak versetzt, gab einen ziegelrothen Niederschlag. Dieser abfiltrirt, getrocknet und durch Hitze zersetzt, liefs 0,9560 Platin in fein zertheiltem Zustand (Schwammplatin) zurück. Dieses in Salpeter-Salzsäure digerirt, löste sich bis auf eine geringe Menge eines schwarzen Pulvers auf, welches getrocknet

*) Die frühere Untersuchung findet sich in den Ann. Bd. 87. S. 311.

ein Gewicht von 0,0250 hatte. Die nun erhaltene Auflösung mit Salmiak versetzt, gab einen hellgelben Niederschlag von Chlorplatin-Ammonium. Die rothe Farbe des Chlorplatin-Ammoniums, welche dasselbe bei der ersten Fällung der Flüssigkeit mit Salmiak angenommen hatte, mufste daher von dem, bei der Auflösung des reducirten Platins unaufgelöst gebliebenen schwarzen Pulvers herrühren. Diese Eigenschaft desselben, so wie die, sich in Salpeter-Salzsäure nicht aufzulösen, sind die characteristischen Eigenschaften des Iridiums, setzen es daher aufser Zweifel, dafs es dasselbe war. Wird 0,0250 von 0,9360 abgezogen, so erhält man für das reine Platin die Zahl 0,9310.

4. Da das Chlorplatin-Ammonium etwas in Wasser auflöslich ist, so mufste die in (3.) davon abfiltrirte Flüssigkeit noch davon enthalten. Sie wurde daher bis auf ein Gewisses abgedampft und zur Krystallisation dieses Salzes bei Seite gestellt. Nach einiger Zeit hatten sich Krystalle davon in der Flüssigkeit gebildet. Als die Entstehung neuer nicht mehr bemerkt werden konnte, wurde die Flüssigkeit davon abfiltrirt und das Salz durch Hitze zersetzt. Das so erhaltene Platin hatte ein Gewicht von 0,1400.

5. Das Filtrat von (4.) wurde mit Ammoniak übersättigt. Es fällten sich braune, wie Eisenoxyd aussehende Flocken. Der Niederschlag wurde getrocknet. Da er Quecksilberoxyd enthalten mufste, welches durch das der Flüssigkeit hinzugefügte Cyan-Quecksilber in dieselbe gekommen war, so wurde er, um dieses zu entfernen, in einem Porcellanschälchen über einer Weingeistlampe erhitzt. Nachdem das Quecksilber verdampft war, wurde der Rückstand mit Salzsäure digerirt. Er löste sich bis auf eine geringe Menge eines schwarzgrauen Pulvers auf, welches abfiltrirt, getrocknet und gewogen 0,0153 betrug.

6. Diese 0,0153 Grm. wurden mit Salpeter-Salzsäure digerirt. Sie lösten sich bis auf 0,0074 Gewicht eines

schwarzen Pulvers auf. Nach der Eigenschaft desselben, sich in Salpeter-Salzsäure nicht aufzulösen, konnte es Rhodium oder Iridium seyn. Da jedoch die salzsaure Auflösung des letzteren durch Salmiak als dreifaches Salz gefällt wird, so hätte dasselbe früher mit dem Platin aus der Auflösung fallen müssen. Es war also Rhodium. Aus der salpeter-salzsauren Auflösung setzte sich noch eine geringe Menge eines schwarzen Pulvers ab, welches sich im Aeufsern nicht von dem unaufgelöst gebliebenen schwarzen Pulver unterschied, und daher für Rhodium genommen wurde. Das Gewicht desselben betrug 0,0003.

7. Das Filtrat von (6.) durch Abdampfen concentritt, gab mit Salmiak versetzt eine geringe Menge Chlorplatin-Ammonium. Die Menge des darin enthaltenen Platins ergiebt sich, wenn das Gewicht des Rhodiums von dem in Salzsäure (6.) unaufgelöst Gebliebenen abgezogen wird, zu 0,0076.

8. Die salzsaure Auflösung von (5.) wurde bei gelinder Wärme zur Trockne abgedampft. Die trockne Masse mit Alkohol vermischt und damit in Digestion gesetzt, liefs einen Theil unaufgelöst. Dieser wurde abfiltrirt, getrocknet, geglüht und hierauf mit Salzsäure digerirt. Unaufgelöst blieb ein graues Pulver. Das Gewicht desselben war 0,0053. Es löste sich völlig in Salpeter-Salzsäure auf. Die Auflösung wurde concentrirt und hierauf mit Salmiak versetzt. Es fällte sich Chlorplatin-Ammonium. Es war also Platin. Die salzsaure Auflösung wurde mit Ammoniak gefärbt. Der erhaltene Niederschlag sah wie Eisenoxyd aus. Er wurde getrocknet, geglüht und gewogen. Das Gewicht desselben betrug 0,0783. Versuche, welche damit vor dem Löthrohr angestellt wurden, bewiesen, dafs es nur Eisenoxyd war.

9. Die alkoholische Auflösung wurde mit Wasser verdünnt und hierauf erwärmt, um den Alkohol zu verflüchtigen. Nachdem die Flüssigkeit einige Zeit im Sieden erhalten worden war, wurde sie mit Ammoniak im

Digitized by

Ueberschufs versetzt. Es fällten sich braune, wie Eisenoxyd aussehende Flocken; sie wurden abfiltrirt, getrocknet, geglüht und gewogen. Das Gewicht derselben betrug 0,1253. Versuche mit dem Löthrohre zeigten, dafs es blofs Eisenoxyd war.

10. Das Filtrat von (9.) war eine schwach bläulich gefärbte Flüssigkeit. Es wurde mit dem von (8.) erhaltenen Filtrat zusammengegossen. Hydrothionsaures Schwefelammoniak hinzugesetzt, gab einen dunkelbraunen Niederschlag, welcher getrocknet schwarz aussah. Da dieser Niederschlag auch wohl etwas anderes als Zweifach-Schwefelkupfer seyn konnte, so wurde er in eine, an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre gebracht und erhitzt. Es sublimirte sich etwas Schwefel, zurück blieb ein schwarzes Pulver. Es wurde gewogen, das Gewicht betrug 0,0213. Etwas davon wurde geröstet und nachher mit Borax vor der Löthrohrflamme geschmolzen. Ich erhielt in der äufseren Flamme eine grüne Glasperle, welche in der innern Flamme unter Ausscheidung eines Kornes von metallischem Aussehen sich entfärbte. Es war also Kupfer.

Nach dieser Untersuchung ist die Zusammensetzung dieses Platinerzes folgende:

		In Proc.
In Salpeter-Salzsäure unaufgelöst gebliebener Rückstand	0,0235	1,80
Palladium	0,0035	0,26
Iridium	0,0250	1,91
Platin	0,9310 0,1400 0,0076 0,0053	83,07
Rhodium	0,0074 0,0003	0,59
Eisen	0,0867 entsprechend 0,1253 FO^3 0,0542 entsprechend 0,0783 FO^3	10,79
Kupfer	0,0170 entsprechend 0,0213 CuS	1,30
Verlust	0,0035	0,11
	1,3050	99,83

Auf-

Auffindung eines neuen Metalls.

Da das uralsche Platin eben so wie das amerikanische durch Behandlung mit Salpeter-Salzsäure in zwei Theile zerfällt, von welchen der eine sich in dieser Säure auflöst, der andere unaufgelöst zurückbleibt, so zerfällt auch die chemische Untersuchung in die des auflöslichen Theils und in die des unaufgelöst gebliebenen Rückstandes. Durch die Untersuchung der Auflösungen zweier Sorten Platina (man sehe meine erste in diesen Annalen mitgetheilte Analyse) hatte ich mich von den Bestandtheilen des auflöslichen Theils dieser Sorten überzeugt, es war jetzt die Aufgabe, den unauflöslichen Theil zu analysiren. Es wurden zu diesem Zweck gegen 100 Grm. der in der Münze zu St. Petersburg käuflichen Sorte Platins mit Salpeter-Salzsäure digerirt. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dafs bei erneuertem Zusatz von Salpeter-Salzsäure keine Verminderung des unaufgelöst Gebliebenen statt gefunden hatte, wurde die Flüssigkeit davon abfiltrirt. Der unaufgelöst gebliebene Rückstand wurde getrocknet, hierauf mit Kalilauge übergossen und durch Abdampfen eingetrocknet. Zu der eingetrockneten Masse wurden einige Krystalle Salpeter gethan und die Masse geschmolzen. Nachdem sie erkaltet war, wurde die Masse in Wasser aufgemischt, und das, was sich nach einiger Zeit abgesetzt hatte, durch Abgiefsen von der Flüssigkeit getrennt. Das Zurückgebliebene wurde von Neuem mit Kali und Salpeter geschmolzen, die erhaltene Masse nach dem Erkalten wieder in Wasser aufgelöst, und das unaufgelöst Gebliebene abermals mit Kali behandelt. Auf diese Weise wurde fortgefahren, bis der Rückstand das metallische Aussehn verloren hatte. Das unaufgelöst Gebliebene wurde zu den Auflösungen gefügt und die Flüssigkeit mit Salpetersäure etwas übersättiget. Bei dem Zusatz von Salpetersäure fällte sich ein dunkel schwarzer Niederschlag, und es entwickelte sich ein starker Geruch

by Google

nach Osmium. Die Flüssigkeit wurde jetzt in eine Retorte gebracht und einer Destillation unterworfen. Der Zweck dieser Operation war, das Osmium zu gewinnen. Als das Volumen der Flüssigkeit durch Destillation ungefähr bis auf die Hälfte sich verringert hatte, wurde die Destillation unterbrochen. Die Flüssigkeit wurde der Erkaltung und der Ruhe überlassen, um zu sehen, ob vielleicht ein Bestandtheil durch Krystallisation erhalten werden könnte. Als ich nach 24 Stunden die Flüssigkeit besichtigte, fand ich in derselben lange prismatische Krystalle von weifser, etwas röthlicher Farbe angeschossen, welche sich durch ihren auffallenden Glanz ganz besonders auszeichneten. Die Flüssigkeit wurde aus den Retorten gegossen und mit Wasser verdünnt. Die Krystalle lösten sich vollkommen darin auf. Die Auflösung wurde in eine Schale gegossen, und durch Erwärmen und nachheriges Erkalten die Krystalle erhalten. Es wurden hiemit folgende Versuche angestellt:

1) In die Flamme des Löthrohrs auf Kohle gebracht, sublimirte sich sogleich ein Theil, während ein anderer zu einer metallischen Kugel sich reducirte.

2) In Wasser lösten sich die Krystalle auf. Der Auflösung wurde etwas Salzsäure zugesetzt und in dieselbe ein Zinkstängelchen gestellt. Es umzog sich diefs bald mit einer dunkelgrauen Haut von reducirtem Metall.

3) In einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre einige der Krystalle erhitzt, sublimirten sich diese in kleinen glänzenden Nadeln, ohne Rückstand zu lassen.

Die geringe Menge der Krystalle, welche ich erhalten hatte, sie mochten ungefähr sämmtlich ein Gewicht von 4 Decigrm. haben, veranlafsten mich, meine Versuche hierüber zu unterbrechen. Es entstand die Frage, welchem Metall diefs Oxyd zukomme? Dafs es nicht Osmiumoxyd seyn könne, ergab sich daraus, dafs es erhitzt keinen Geruch wahrnehmen liefs, und nicht, wie das Osmiumoxyd, als Flüssigkeit überdestillirte, sondern

Digitized by Google

sich in Nadeln sublimirte. Dafs es ferner nicht Wismuthoxyd, Telluroxyd oder Antimonoxyd seyn könne, zeigte die Auflöslichkeit desselben in Wasser, da Telluroxyd und Wismuthoxyd in Wasser gar nicht, Antimonoxyd aber äufserst wenig darin auflöslich ist. Hienach mufste ich glauben, dafs diese Krystalle das Oxyd eines neuen Metalles seyen. Ich mochte bei Anstellung dieser Versuche ungefähr 1 Decigrm. verbraucht haben, die übrigen 3 Decigrm. glaubte ich nicht besser anwenden zu können, als wenn ich sie dem grofsen schwedischen Naturforscher, dem Prof. Hrn. Berzelius, sendete. Ich hatte die Freude zu erfahren, dafs auch er es nur für ein neues Metall erklären könne. Er schrieb mir:

Stockholm d. 10. April 1828.

»Soviel ich daraus ersehen kann, haben Sie darin wirklich einen neuen Stoff gefunden. Denn ich kann aus den kleinen sublimirbaren Krystallen nichts Bekanntes bekommen. Sie schienen mir anfangs Tellur oder Antimonoxyd seyn zu können, sie lösen sich aber nicht oder höchst unbedeutend in Schwefelwasserstoff-Schwefelammoniak auf, wovon sie in ein graues Schwefelmetall verwandelt werden. Dieses läfst sich leicht schmelzen, ist dann durchscheinend und gelbroth, wird aber nach dem Erkalten wiederum grauglänzend und undurchsichtig. Es röstet sich leicht, und das daraus hervorgebrachte Oxyd sublimirt sich leicht bei einer Hitze, die kaum roth ist. Diese leichte Sublimation so wie das Verhalten des Schwefelmetalls, zeigen zur Genüge, dafs es kein Wismuth ist.«

Diese wichtige Entdeckung, welche durch Berzelius's Versuche bestätigt worden war, erregte meine ganze Aufmerksamkeit, und ich hatte nichts Eiligeres zu thun, als mir eine gröfsere Menge dieses Metalls zu verschaffen, um die Eigenschaften dieses Metalls kennen zu

Digitized

lernen. Ich liefs mir daher von derselben Sorte Platin aus St. Petersburg kommen, löste davon 100 Grm. in Salpeter-Salzsäure auf, und behandelte den unaufgelöst gebliebenen Rückstand wie früher. Ich konnte jedoch, nachdem die Flüssigkeit in einer Retorte ungefähr bis auf dasselbe Volumen, wie früher, durch Destillation vermindert worden war, nach Verlauf von 24 Stunden keine Krystalle der erwähnten Substanz wahrnehmen. Die Flüssigkeit wurde aus der Retorte in eine Schale gegossen, und durch wiederholtes Erwärmen und Erkaltenlassen zur Krystallisation gebracht. Unter den angeschossenen Krystallen, welche meistens Salpeter waren, konnte ich nur einige kleine Krystalle entdecken, welche das Aussehen und den Glanz der vorher beschriebenen zeigten. Es war jedoch davon eine so geringe Menge, dafs keine Versuche damit angestellt werden konnten, und sie nur für eine Spur anzusehen war.

Da das Oxyd dieses Metalls flüchtig ist, obwohl nicht in dem Grade, wie Osmiumoxyd, so konnte es in dem Destillate enthalten seyn. Die in der Vorlage befindliche Flüssigkeit wurde daher in einen Glascylinder gegossen. Sie reagirte sauer und hatte einen starken Geruch nach Osmium. Sie wurde mit Natron gesättiget, und hierauf etwas Galläpfeltinctur hinzugegossen. Die Flüssigkeit nahm sogleich eine dunkelblaue Farbe an, welche von gallussaurem Osmiumoxyd herrührte. Sie wurde hierauf mit einer Auflösung von Kochsalz versetzt, wodurch sich allmählig das gallussaure Osmiumoxyd fällte. Der erhaltene Niederschlag wurde abfiltrirt und das Filtrat mit hydrothionsaurem Schwefelammoniak versetzt Es fällten sich einige graue Flocken, welche gesammelt, getrocknet und geprüft die Verbindung dieses Metalls mit Schwefel zu seyn schien.

Dafs ich bei der letzten Untersuchung nur Spuren dieses Metalls auffinden konnte, kann nur daher rühren, dafs die zuerst untersuchten Platinkörner mehr Körner

von diesem Metall oder von Legirungen dieses Metalls mit andern beigemengt enthielten, als die später untersuchten.

Das Gerücht von Auffindung eines neuen Metalls veranlafste Vorschläge zur Benennung desselben, unter welchen der, es Ruthenium zu nennen, gewifs der passendste ist. Ich bin jedoch der Meinung, ein anderes Metall, welches ich bei der Analyse des in Salpeter-Salzsäure unauflöslichen Rückstands beschreiben werde, und das sich in gröfserer Menge vorfindet, also zu nennen, und diesem Metall den Namen Pluran zu geben. Dieses Wort ist zusammengesetzt aus den Anfangsbuchstaben des Platins und des Urals.

Fortsetzung der Analyse des Platins vom Ural *).

Nachträglich zur Auslesung der Platinakörner, bemerke ich, dafs der Magnet, mit welchem die retractorischen Körner ausgezogen worden waren, eine Stärke hatte, welche durch ein Gewicht, welches $3\frac{1}{2}$ Pfund russisch betrug, gemessen wurde.

Die salpetersalzsauren Auflösungen, welche bei dem letzten Versuche erhalten worden waren, wurden in Retorten gebracht und diesen Vorlagen vorgegeben. Die Flüssigkeiten wurden bis zur Trockne abdestillirt, auf die trocknen Massen Wasser gegossen, diese aufgeweicht und von Neuem destillirt. Diefs Verfahren wurde so lange fortgesetzt, bis das Uebergehende nicht mehr sauer reagirte. Das Destillat sey *A*.

Die Auflösungen wurden nun in Cylinder gegossen, und die, welche von den abgewogenen Platinmengen No. I., No. II., No. IV., No. V. erhalten worden waren, mit Cyanquecksilber gefällt. Es fällten sich in sämmtlichen Auflösungen sogleich Cyanpalladium, welches abfil-

*) Man sehe diese Ann. Bd. 87. St. 2. S. 311. J. 1827.

trirt, getrocknet, durch Hitze zersetzt und gewogen, folgendes Resultat gab:

	Angewendetes Platin.	Erhaltenes Palladium.	In Procenten.
No. I.	217,535	1,996	0.917
No. II.	193,662	1,938	1,000
No. IV.	236,071	1,439	0,609
No. V.	216,035	4,026	1,863

Bei meiner ersten Analyse dieser Sorte Platin (man sehe diese in *B.* dieser Annalen nach) erhielt ich bei Anwendung von 1,2060 Platina 1,6 Proc. Palladium, und bei Anwendung von 1,3115 Grm. 1,5 Proc. Palladium, und bei einer später mitzutheilenden, bei welcher 1,767 Grm. verwendet wurden, 1,3 Proc. Ich erkannte hieraus, dafs die Analyse mit kleineren Mengen angestellt genauere quantitative Resultate gebe. Ich nahm mir daher vor, eine jener erhaltenen salpetersalzsauren Auflösungen nur qualitativ zu untersuchen. Es wurde hiezu die Auflösung verwendet, welche mit No. IV. bezeichnet worden war.

Die Flüssigkeit, von welcher das Cyanpalladium abfiltrirt worden war, wurde mit kohlensaurem Natron gesättiget. Ich beabsichtigte hiemit, das Eisen-, Kupfer- und Quecksilberoxyd, welche die Flüssigkeit nach den Resultaten meiner ersten Analyse enthalten mufste, von dem Platin, Rhodium und Iridium (?), welche Metalle mit Natron und Salzsäure auflösliche Verbindungen geben, zu trennen. Ich erhielt, nachdem die Flüssigkeit völlig gesättiget war, einen rothbraunen Niederschlag. Er wurde von der Flüssigkeit abfiltrirt. Wir bezeichnen diese Flüssigkeit mit *B.* Der Niederschlag vom Filter abgenommen und getrocknet, wurde in eine Retorte gebracht, derselben eine Vorlage vorgegeben und über Kohlenfeuer erhitzt. Es sublimirte sich ein weifser, glänzender, aus kleinen Krystallen bestehender Sublimat, und zugleich ging eine geringe Menge einer ungefärbten Flüssigkeit in die Vorlage über. Dieselbe verbreitete einen

by Google

starken Geruch nach Chlor. Mit Ammoniak gesättiget, fällten sich einige rothe Flocken, welche abfiltrirt und geprüft sich als Eisenoxyd zu erkennen gaben.

Der Sublimat, welcher sich im Hals der Retorte befand, wurde herausgenommen und mit Soda zusammengerieben. Die Masse wurde sogleich roth, diese Färbung deutete an, dafs der Sublimat Chlorquecksilber gewesen seyn konnte. Um hierüber Gewifsheit zu erlangen, wurde die Masse in eine weite, an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre gebracht und erhitzt. Es bildete sich ein metallischer Sublimat, welcher aus kleinen Quecksilberkügelchen bestand, die bei dem Herausnehmen aus der Röhre sich zu gröfseren Quecksilberkügelchen vereinigten. Das was sich nicht sublimirt hatte, wurde in Wasser aufgelöst und die überschüssige Soda mit Salzsäure gesättiget. Durch die Auflösung wurde nun Hydrothionsäure geleitet. Es bildete sich eine geringe Menge eines schwarzen Niederschlags, welcher sich als Schwefelquecksilber zu erkennen gab. Die Flüssigkeit hievon abfiltrirt und zur Trockne abgedampft, hinterliefs nur Chlornatrium.

Die in der Retorte zurückgebliebene Masse wurde mit Salpeter-Salzsäure digerirt. Sie löste sich vollständig darin auf. Nachdem die überschüssige Säure durch Abdampfen entfernt worden war, wurde die Auflösung mit Ammoniak im Ueberschufs versetzt. Es fällte sich ein beträchtlicher Niederschlag von rothbrauner Farbe. Derselbe wurde abfiltrirt und mit kochendem Wasser ausgewaschen. Der auf dem Filter sich befindende Niederschlag gab sich nach den bekannten Reactionen als Eisenoxyd zu erkennen. Das Filtrat mit hydrothionsaurem Schwefelammoniak versetzt, fällte sich in dunkelbraunen Flokken, welche sich bei der damit angestellten Prüfung als Zweifach-Schwefelkupfer ergaben.

Es wurde jetzt die Flüssigkeit *B.* der Untersuchung unterworfen. Dieselbe wurde zur Trockne abgedampft, die erhaltene trockne Salzmasse in Porcellantiegel gethan,

zwischen Kohlenfeuer gebracht und der Weifsglühhitze ausgesetzt. Nachdem sie zwei Stunden lang in dieser Temperatur erhalten worden war, wurden die Tiegel aus dem Feuer herausgenommen. Es fanden sich in ihnen braune geschmolzene Massen, in welchen eine beträchtliche Menge reducirtes Metall erkannt wurde. Die Massen wurden in kochendem Wasser aufgelöst, und das ausgeschiedene Metall durch Filtration von der Flüssigkeit getrennt. Die Filtrate wurden von Neuem abgedampft, hierauf die trocknen Salzmassen geschmolzen und wie früher verfahren. Es hatte sich wieder eine beträchtliche Menge reducirtes Metall ausgeschieden. Die erhaltenen Massen wurden wiederum in kochendem Wasser aufgelöst und das angeführte Verfahren wiederholt. Hiemit wurde so lange fortgefahren, bis die metallischen Theile sämmtlich reducirt worden waren. Das ausgeschiedene Metall löste sich bis auf eine äufserst geringe Menge eines schwarzen unauflöslichen Pulvers, welches als Rhodium anzunehmen ist, in Salpeter-Salzsäure auf. Die Auflösung mit Salmiak versetzt, fällte sich sogleich als Chlorplatin-Ammonium. Es war also Platin.

Das Destillat (*A.*), welches stark nach Osmium roch, und eine bedeutende Menge Salpeter-Salzsäure enthielt, wurde mit kohlensaurem Natron gesättiget. Es fällte sich eine geringe Menge eines schwarzen Niederschlags. Derselbe gesammelt, getrocknet und in einer Glasröhre erhitzt, entwickelte einen starken Geruch nach Osmium. Es setzten sich auch in der Röhre Streifen einer ölartigen Flüssigkeit an, welche bei dem Erkalten der Röhre zu einer weifsen Substanz sich verdichteten. Es ist hienach keinem Zweifel unterworfen, dafs diese Substanz Osmiumoxyd war. Bei dieser Sublimation war eine geringe Menge einer metallischen Substanz zurückgeblieben, welche ganz wie reducirtes Platin aussah, und von welcher ich glaube, dafs sie als solches anzunehmen sey.

Es waren nun noch die salzsauren Flüssigkeiten zu

untersuchen, welche bei der Behandlung der sieben Portionen Platin mit Salzsäure erhalten worden waren. Sie wurden in Retorten gebracht und der Destillation unterworfen. Nachdem die Flüssigkeiten zur Trockne abdestillirt worden waren, wurden die Vorlagen abgenommen und die Destillation zusammengegossen. Die Destillate rochen stark nach Salzsäure. Mit Natron gesättiget blieben sie klar. Es wurde hierauf hydrothionsaures Schwefelammoniak zugesetzt, um zu sehen, ob die Flüssigkeiten metallische Theile aufgelöst enthielten. Es fand keine Trübung statt. Man kann hienach nicht zweifeln, dafs die Destillate blofs Wasser und Salzsäure waren.

Die in den Retorten befindlichen Rückstände wurden mit Wasser aufgeweicht, und sämmtliche Flüssigkeiten in einen Cylinder gegossen. Die Flüssigkeiten sahen braun aus; auf dem Boden des Cylinders hatte sich ein weifses Pulver abgesetzt. Es wurde abfiltrirt, und nachdem es mit kaltem Wasser völlig ausgewaschen war, vom Filter abgenommen und getrocknet.

Vor dem Löthrohr ergaben sich folgende Reactionen.

Mit Borax in der äufseren Flamme

gab es	eine klare farblose Perle;
in der inneren wurde sie . .	amethystfarben, zuletzt bläulich und bei fortgesetzten Blasen zeigte sich an einer Stelle ein schwarzer Ueberzug.
Mit Phosphorsalz gab es sowohl in der äufseren als inneren Flamme	eine klare Perle, in welcher deutlich Spuren von Kieselerde wahrgenommen werden konnten. Durch einen geringen Zusatz von Zinn konnte in der Reductionsflamme keine Färbung hervorgebracht werden.
Mit Soda in der äufseren Flamme	schmolz es zusammen, eine Perle gebend, welche, so lange sie heifs war, klar erschien, und beim Erkalten weifs und undurchsichtig wurde.

Bis auf das Verhalten der Phosphorperle im Reductionsfeuer, stimmen diese Reactionen vollkommen mit den des Titanoxyds überein. Da sich jedoch etwas Kieselerde vorgefunden hatte, so konnte hiedurch die Reaction, welche die Phosphorperle im Reductionsfeuer hätte geben sollen, welche bekanntlich in einer theilweisen Reduction des Titanoxyds herrührt, verhindert worden seyn. Um jedoch über diesen Gegenstand noch mehr Gewifsheit zu erlangen, wurde eine kleine Menge dieser Substanz im ausgetrockneten Zustand in eine hohle Glaskugel gebracht, und. nachdem diese erhitzt war, Wasserstoffgas darüber geleitet.

Die Substanz verlor bei anhaltend reducirender Einwirkung des Wasserstoffgases allmählig die weifse Farbe, und wurde bläulich. Das Hinwegleiten des Wasserstoffgases wurde unter Erwärmung der Substanz fortgesetzt, es konnte jedoch keine weitere Veränderung derselben wahrgenommen werden.

Diefs Verhalten stimmt vollkommen überein mit dem des Titanoxyds, ich glaube daher mit Gewifsheit annehmen zu können, dafs in Rede stehende Substanz Titanoxyd ist.

Die hievon durch Filtriren getrennte Flüssigkeit wurde mit Salpetersäure versetzt, um das darin enthaltene Eisen völlig zu oxydiren, und die Flüssigkeit zur Entfernung der überschüssigen Säure abgedampft. Die zurückgebliebene Salzmasse wurde in Wasser aufgelöst. Es blieb ein weifses Pulver zurück, welches geprüft sich ebenfalls als Titanoxyd ergab. Die hievon abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Ammoniak im Ueberschufs versetzt. Es fällte sich ein braunrother Niederschlag, und die überstehende Flüssigkeit erschien bläulich gefärbt. Der Niederschlag wurde abfiltrirt, getrocknet und geprüft. Er ergab sich als Eisenoxyd. Das bläulich gefärbte Filtrat mit hydrothionsaurem Schwefelammoniak versetzt, fällte sich in dunkelbraunen Flocken, welche sich bei näherer

Untersuchung als Zweifach-Schwefelkupfer ergaben. Diese qualitative Untersuchung des Platins in gröfserer Menge als früher angestellt, hat also, bis auf den Titangehalt, dasselbe Resultat gegeben, welches ich bei meiner ersten Analyse erhielt.

(Die Fortsetzung dieser Untersuchung, die Analyse des in Salpeter-Salzsäure unaufgelöst gebliebenen Rückstands enthaltend, so wie ein Nachtrag zu meiner ersten Analyse, in welcher meine erste Angabe über den Eisen- und Rhodiumgehalt berichtiget wird, folgt im nächsten Heft dieser Annalen.)

IX. *Ueber die Zersetzung mehrerer Chlormetalle durch ölbildendes Gas.*

Wenn man trocknes ölbildendes Gas in Antimonsuperchlorid leitet, so wird es davon in Menge absorbirt, während sich die Flüssigkeit stark erhitzt und braun färbt. Beim Erkalten setzen sich daraus viele klare Krystalle ab, welche Antimonchlorid sind. Die Flüssigkeit hat dabei fast ganz die Eigenschaft, an der Luft zu rauchen, verloren, und riecht nun stark nach Chloräther. Wenn man sie destillirt, so geht eine Flüssigkeit über, die sich in zwei Schichten trennt, von denen die unterste Chloräther ist, und die obere eine Auflösung von Antimonchlorid in Chloräther. Durch Behandeln dieses Destillats mit Salzsäure, und nachher mit Wasser, bekommt man den Chloräther rein. In der Retorte bleibt festes, durch Kohle geschwärztes Antimonchlorid zurück.

Ganz ähnlich verhält sich das rothe, flüssige Chromsuperchlorid. Leitet man getrocknetes ölbildendes Gas hinein, so entwickelt sich viel Wärme, die Flüssigkeit wird ganz undurchsichtig, breiartig, zuletzt fest, pulverförmig, und gewöhnlich ist es der Fall, dafs sich beim

Digitized by Google

Zutritt der Luft das Gas durch die entwickelte Wärme mit Flamme entzündet, und die ganze dabei glühend werdende Masse sich unter Ausstofsung eines dicken Dampfs in grünes Chromoxydul verwandelt. Fand keine Entzündung statt, so findet man das Superchlorid in eine dunkelbraune, feste Masse umgewandelt, die an der Luft sehr schnell zu einem grünlichbraunen Liquidum zerfliefst, und aus dieser Auflösung schlägt Ammoniak eine grünlichbraune Substanz nieder, während zugleich chromsaures Ammoniak aufgelöst bleibt. Jene Masse scheint Chromchlorid, das heifst ein dem seither angenommenen braunen Chromoxyd proportionales Chlorchrom zu seyn, denn das Chlorür ist pfirsichblüthroth und flüchtig, und seine Existenz würde vielleicht auch für die Annahme sprechen, dafs jenes braune Oxyd, welches Hr. Maus in Folge seiner Versuche für chromsaures Chromoxydul halten zu müssen glaubt, in der That eine eigenthümliche Oxydationsstufe ist. — Der bei dieser Reduction gebildete Chloräther wird durch die starke Wärme mit dem überschüssigen Gas und dem unzersetzt sich damit verflüchtigenden Superchlorid weggeführt. Mit absolutem Alkohol zersetzt sich das Chromsuperchlorid so heftig, dafs dabei gewöhnlich Entzündung statt findet; es entsteht eine grüne Auflösung von Chromchlorür und schwerer Salzäther *).

Schmilzt man Kupferchlorid in einem Strom von ölbildendem Gas, so entwickeln sich aus der Masse grofse

*) Ich kann bei dieser Gelegenheit bemerken, dafs es nur eine Conjectur des gelehrten Herausgebers vom Jahrbuch für Chemie und Physik ist, wenn er (Bd. 51. p. 375.) sagt, ich habe die Erfahrung von Maus, dafs das chromsaure Ammoniak durch Glühen in Chromoxydul verwandelt werde, zu der von mir angegebenen Bereitungs-Methode dieses Oxyds benutzt. Es wäre eine Art von Unredlichkeit von mir gewesen, diefs zu verschweigen; aber diese Methode ist ja nur eine Anwendung von der, welche ich schon vor langer Zeit zur Darstellung des Wolframoxyds benutzt und bekannt gemacht habe.

Blasen, die sich beim Zerplatzen mit lebhafter purpurrother Flamme entzünden. Es setzt sich hiebei viel Kohle ab, und sowohl der gebildete Chloräther, als auch ölbildendes Gas werden zersetzt, es bildet sich ein gelbliches, dem Terpenthincampher ähnlich riechendes Oel in geringer Menge und salzsaures Gas. Das Chlorid findet man nachher zu Chlorür und metallischem Kupfer reducirt.

Zinnchlorid (*Spir. Libavii*), Chlorschwefel und rothes Quecksilberjodid werden vom ölbildenden Gas nicht zersetzt oder zu den niedrigeren Stufen zurückgeführt.

Es wäre sehr interessant, zu erfahren, ob sich die Superfluoride auf eine analoge Weise mit dem ölbildenden Gase zersetzten, wie die erwähnten Superchloride; es müfste dann ein Fluoräther entstehen. Aber die Schwierigkeit wegen der Gefäfse macht diese Versuche nicht so leicht ausführbar. — Wenn man das gasförmige Chromsuperfluorid in absoluten Alkohol leitet, so wird es davon unter starker Erhitzung verschluckt, und gewöhnlich entzünden sich die eintretenden Blasen mit weifser Flamme. Dabei setzt sich eine Menge eines braungrünen Pulvers ab, und die Flüssigkeit nimmt sehr deutlich einen, dem schweren Salzäther ähnlichen Geruch an. Aber durch Vermischen mit Wasser läfst sich daraus, selbst wenn sie rauchend geworden ist, kein Aether abscheiden.

Wöhler.

X. *Ueber den Pyrophor; von Herrn Gay-Lussac.*

(*Ann. de chim. et de phys. XXXVII. p.* 415.)

Da mir die Ursachen der Entzündung des Pyrophors nicht hinlänglich erwiesen schienen, so habe ich die nachstehenden Versuche angestellt.

Statt, wie gewöhnlich, Honig oder Mehl zur Berei-

tung des Pyrophors zu nehmen, habe ich geglühten Kienrufs angewandt, nachdem ich mich überzeugt hatte, dafs man mit diesem ein gutes Resultat bekomme.

Ein Gemenge von geglühtem Kali-Alaun und Kienrufs, gab mir, beim Erhitzen in einer irdenen Retorte, die mit einem in Quecksilber getauchten Rohre versehn war, anfangs Kohlensäure und schweflige Säure, nahe zu gleichen Raumtheilen, alsdann reine Kohlensäure, und hierauf dieselbe gemischt mit Kohlenoxydgas, welches zuletzt vorwaltete. Ich bemerkte Spuren von Schwefelwasserstoffgas und Schwefel, nebst einer geringen Menge eines Sublimats von schwefligsaurem Ammoniak, welches nur von einem geringen Ammoniakgehalte des Alauns herrühren konnte. Der vollkommen erkaltete Rückstand entzündete sich, unter Ausstofsung eines erstickenden Geruchs von schwefliger Säure, wie der beste Pyrophor, und brannte selbst mit einer schwachen blauen Flamme.

Die Entwicklung von schwefliger Säure zeigt offenbar, dafs sich bei der Bereitung dieses Pyrophors ein höheres Schwefelkalium, d. h. ein Schwefelkalium mit mehreren Atomen Schwefel, bildet; denn das Einfach-Schwefelkalium würde sich beim Verbrennen, ohne Entwicklung von schwefliger Säure, in schwefelsaures Kali verwandeln.

Der überschüssige Schwefel rührt unstreitig von der Schwefelsäure der schwefelsauren Thonerde her, und nur von den letzten Antheilen. Die ersten Portionen zersetzen sich nämlich früher, als das schwefelsaure Kali, und die Volumengleichheit zwischen der Kohlensäure und der schwefligen Säure beweist, dafs deren Schwefel sämmtlich in dem sich entwickelnden Gase enthalten ist.

Eben so ist es gewifs, dafs kein freies Kalium in dem Pyrophor vorhanden ist. Um sich davon zu überzeugen, braucht man den Pyrophor nur mit Wasser in Berührung zu bringen; man bemerkt dabei keine Wasserstoffentwicklung. Da aber der Pyrophor, nach seiner

Digitized by Google

gewöhnlichen Bereitung, mehrere verschiedenartige Substanzen enthält, so ist es nöthig, dafs man untersuche, welche von diesen am meisten zu seiner Entzündung beitrage.

Die Kohle ist nicht unumgänglich zur Entzündung des Pyrophors. Ich habe nämlich ein Gemenge von 75 Grm. Alaun und 3,33 Grm. Kienrufs, oder von 1 At. des ersteren nur 3,5 At. des letzteren, in einer bis zur Weifsgluth steigenden Rothglühhitze geglüht und dadurch eine rothbraune Masse erhalten, in welcher man keine Spur von Kohle erkennen konnte, die sich aber dennoch sehr wohl an der Luft entzündete, unter Zurücklassung eines weifsgrauen Rückstandes.

Eben so wenig ist die Thonerde wesentlich zur Entzündung des Pyrophors. Denn als ich ein Atom schwefelsaures Kali zur Ersetzung der schwefelsauren Thonerde des Alauns mit drei Atomen schwefelsaurer Magnesia mengte, und das Gemenge wie das frühere glühte, erhielt ich einen sehr guten Pyrophor.

Ein Schwefelkalium mit einem oder mehreren Atomen Schwefel, oder selbst ein Oxysulfuret, entzündet sich in Masse, nicht an der Luft. Die Magnesia oder Thonerde scheinen mir durch ihre Gegenwart keine andere Wirkung zu haben, als dafs sie das Schwefelkalium zertheilen, und deshalb hielt ich es für wahrscheinlich, dafs man diese beiden Erden durch Kohle ersetzen könnte. Ich machte deshalb ein Gemenge von 27,3 Grm. oder 1 At. schwefelsaurem Kali mit 7,5 Grm. oder 4 At. Kohle, erhielt aber nur ein zusammengebacknes Schwefelkalium, welches sich nicht an der Luft entzündete.

Ich verdoppelte nun diefs Verhältnifs der Kohle, und erhielt jetzt nach dem Glühen einen Rückstand, der ganz pulverförmig war und eine überraschende Entzündlichkeit besafs. Als ich ihn aus der Retorte, in der er geglüht worden, in eine Glasflasche schüttete, entzündete er sich augenblicklich, und nicht ohne Gefahr für mich;

denn das kleinste Bröckchen, welches durch die Luft fiel, entzündete sich sogleich und brannte mit dem lebhaftesten Glanz. Welcher Natur ist dieses sonderbare Product?

Es gab beim Verbrennen keine schweflige Säure, wie der gewöhnliche Pyrophor, und dieſs muſste auch so seyn, weil das Kali nur gerade so viel Schwefel enthielt, um sich in neutrales schwefelsaures Kali zu verwandeln. Indeſs ist das Kalium nicht darin im Zustand des Einfach-Schwefelkaliums vorhanden, denn die Lösung der pyrophorischen Substanz in Wasser giebt mit Säuren Schwefelwasserstoffgas und einen Niederschlag von Schwefel. Es hat sich also ein höheres Schwefelkalium gebildet, und folglich ist ein Theil des Kaliums nicht mit Schwefel verbunden. Aber dennoch ist dieses Kalium nicht frei zugegen, denn die pyrophorische Substanz entwickelt kein Wasserstoffgas mit Wasser; es muſs also mit Sauerstoff verbunden seyn.

Jene Substanz erfordert übrigens nicht, wie der gewöhnliche Pyrophor, eine feuchte Luft zu seiner Entzündung; in ganz trockne Luft geschüttet, fängt sie augenblicklich Feuer. Endlich scheint mir auch die Kohle keine Verbindung mit dem Schwefel oder dem Kalium eingegangen zu seyn. Die wäſsrige Lösung der pyrophorischen Substanz unterscheidet sich nicht von der eines ohne Kohle bereiteten Schwefelkaliums, und der Kienruſs fällt im Gefäſse sehr schnell zu Boden, ohne die Zartheit zu haben, welche das Kennzeichen einer vorherigen Verbindung ist.

Schwefelsaures Natron, in gleichen Verhältnissen wie zuvor das schwefelsaure Kali mit Kienruſs erhitzt, gab mir eine pyrophorische Substanz von nahe gleicher Entzündlichkeit mit der früheren. Aber schwefelsaurer Baryt, auf gleiche Weise behandelt, lieferte nichts Aehnliches.

Der neue Pyrophor, mit dem gewöhnlichen verglichen,

chen, scheint mir seine grofse Endzündlichkeit von mehreren Ursachen erhalten zu haben, nämlich: von seiner grofsen Zertheilung, von der Abwesenheit einer unwirksamen erdigen Substanz, und ohne Zweifel auch von einer geringeren Menge von Schwefel.

Die Entzündung des gewöhnlichen Pyrophors, so wie des mit schwefelsaurem Kali und Kienrufs erhaltenen, hängt wesentlich von der grofsen Brennbarkeit des Schwefelkaliums, und von dessen Wirkung auf Luft und Wasser ab. Die Thonerde, Magnesia oder Kohle scheinen keine andere Wirkung zu haben, als dafs sie die brennbare Substanz zertheilen *); da aber die Kohle selbst

*) Die Bedingungen sind also hier dieselben, wie es Hr. Dr. Magnus bei den von ihm dargestellten Pyrophoren (dies. Annalen, Bd. 79. S. 81.) aus einander gesetzt hat, nur dafs in diesen das Brennbare aus fein zertheiltem Eisen, Kobalt oder Nickel besteht. Aehnliche Umstände scheinen auch die Selbstentzündlichkeit der Uran-Metalle (dies. Ann. Bd. 77. S. 258. 267.) zu bedingen, ferner die des aus Realgar durch Kali abzuscheidenden Schwefelarseniks (dies. Ann. Bd. 83. S. 155.), so wie die des feingepulverten Fliegenkobalts, die, wenn gleich allgemein nicht so unbekannt (sie findet sich schon im Trommsdorff'schen Journal v. 1794, Th. II. S. 179., beschrieben), wie sie Hrn. Boullay (*Journ. de pharm.* 1827, *p.* 433.) gewesen zu seyn scheint, doch schon der Vorsicht wegen, die sie erheischt, von Interesse seyn mufs. — Es verdient auch wohl in Erinnerung gebracht zu werden, dafs in gewissen Pyrophoren die eigentlich brennbare Substanz ihre erhöhte Entzündlichkeit der Berührung mit einem andern sehr elektronegativen Körper zu verdanken scheint, auf ähnliche Art, wie das Wasserstoffgas, nach den Versuchen von Erman und Döbereiner, durch Berührung mit Platin so sehr an Entzündlichkeit gewinnt. Von der Art sind mehrere von Wöhler (Berzelius Jahresbericht, No. 4. S. 70.) dargestellten Pyrophore, z. B. der aus *Platin* und *Kohle*, welchen man erhält, wenn Platin-Salmiak mit Korkspänen geglüht, oder Platinlösung mit Weinsteinsäure gekocht wird, ferner der aus *Antimon* und *Kohle*, welchen man durch Zersetzung des weinsteinsauren Antimon-Ammoniak bekommt, und der aus *Kupfer* und *Kohle*, der beim Glühen eines Gemenges von Korkkohle und Grünspan in Wasserstoffgas zurückbleibt; auch könnte man

brennbar ist, so bleibt sie bei dieser Erscheinung keinesweges unthätig, wie die beiden andern Substanzen, vielmehr unterhält sie das Brennen, nachdem es angefangen hat.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dafs ich mich nicht überzeugt habe, dafs die Brennbarkeit meiner Pyrophore durch eine sehr hohe Temperatur verändert sey. Ich gab die Hitze, die man mit einem gewöhnlichen Ofen von 17 Centimetern im Durchmesser, und einem daraufgesetzten Blechrohre von zuweilen 35 Centimetern erhalten kann; ich traf aber die Vorsicht, bei dem Erkalten des Pyrophors in der irdenen Retorte, worin geglüht worden war, allen Zutritt der Luft abzuhalten.

XI. *Neue Methode, Salzkrystalle aufzubewahren.*

In einer der Werner'schen Gesellschaft zu Edinburg gemachten Mittheilung sagt Hr. Deuchar, dafs man Krystalle von verwitternden oder zerfliefsenden Salzen vor ihrer Zerstörung schützen könne, wenn man die Luft des Gefäfses, in welchem dieselben enthalten sind, mit Terpenthinöldampf schwängere. Zu diesem Entzweck soll man nur ein wenig Oel auf den Boden des Gefäfses zu giefsen brauchen (*Edinb. new phil. Journ. T. IV.* p. 401.)

denjenigen hieher rechnen, welchen man durch Reduction eines zusammengefällten Gemenges von *Kupfer*- und *Bleioxyd* mittelst Wasserstoffgas bekommt. *P.*

XII. *Ueber den Zusammenhang der Hygrometeore mit den Veränderungen der Temperatur und des Barometers;*

vom Prof. H. W. Dove in Königsberg.

Es gilt für ein gewagtes Unternehmen, die wäfsrigen Meteore erläutern zu wollen, da Deluc sie aufgegeben hat, und Lichtenberg, der doch als ein geistreicher Mann bekannt ist, sich für ihn erklärt. Will man daher von dem Zusammenhang dieser Meteore mit andern atmosphärischen Erscheinungen reden, so ist es nothwendig, sich vorher über den Gesichtspunkt zu verständigen, von welchem aus man jene betrachtet, und so mögen einige Worte über die Regentheorie hier ihre Stelle finden. Bekanntlich verdanken wir Le Roy (*Mém. sur lélévation et la suspension de l'eau dans l'air. Mém. de Par.* 1751) die ersten genaueren Bestimmungen über das Verhalten des Wasserdampfes in der Atmosphäre, deren weitere Ausbildung Deluc in seinen früheren Abhandlungen, und Saussnre in seiner classischen Hygrometrie übernahmen. Die Beobachtungen auf dem Buet veranlafsten Deluc seine früheren Ansichten aufzugeben, er fand mannigfachen Widerspruch, aber an Lichtenberg einen Vertheidiger. Vergleicht man nun Lichtenberg's Einwürfe (Gilb. Ann. B. 2. p. 121. gegen die Abhandlung von Maier (Gren's Journ. 5. p. 371.), den er selbst als den tüchtigsten seiner Gegner anerkennt, mit dieser, so ist der Vortheil unverkennbar auf Lichtenberg's Seite. Er verlangt nämlich, dafs man, ehe man von Niederschlag rede, die Auflösung erweisen müsse, dafs man zu sagen habe, was man darunter verstehe, ehe man die Erscheinungen daraus ableite, denn es solle nicht sinnreich geträumt werden, was seyn könne, sondern es

solle gefunden werden, was ist. Diese Forderungen waren gerecht, aber sie waren nicht erfüllt. Dalton's geistvollen Untersuchungen verdanken wir die Ergänzung dieser Lücke, und somit fallen Lichtenberg's Einwürfe hinweg, denn seinem Verlangen ist entsprochen worden. Dafs aber Deluc's Beobachtungen ganz isolirt stehen, dafür sprechen Saussure's mit einem bessern Instrument, als das träge Fischbeinhygrometer, angestellte Beobachtungen, der in seiner Hygrometrie ausdrücklich sagt, dafs das Hygrometer, wenn er sich einer Wolke genähert habe, der Feuchtigkeit continuirlich zugegangen sey (Hygr. §. 274. und das Beobachtungsjournal). Wie aber solche Beobachtungen, wie die von Deluc, unter bestimmten localen Bedingungen entstehen können, hat Leopold von Buch in seiner Abhandlung über den Hagel gezeigt.

Im Jahr 1788 stellte Hutton eine Regentheorie auf, die er damit beginnt, dafs er die 3 verschiedenen möglichen Arten des Verhaltens des Wasserdampfes zur Wärme untersucht. Unter diesen Hypothesen entspricht die, dafs bei Vermischung verschieden erwärmter, mit Feuchtigkeit gesättigter Luftmengen jedesmal ein Niederschlag geschehen müsse, den Erscheinungen am besten; er erklärt sich also für diese. Es war nun empirisch zu untersuchen, ob die Hypothese selbst richtig sey. Dieſs kann man vermittelst der Dalton'schen Versuche über die Elasticität des Wasserdampfes. Diese werden bekanntlich mit hinreichender Schärfe innerhalb der Temperaturgrenzen, die in der Meteorologie vorkommen, durch die von Laplace in der *Mécanique céleste* gegebene Formel dargestellt. Bezeichnen wir nun mit t, t' die Temperaturen zweier gleichen mit Feuchtigkeit gesättigten Luftmengen, wo t, t' vom Siedpunkt gezählt ist, so wird Hutton's Hypothese empirisch erwiesen seyn, wenn

$$\tfrac{1}{2}\left(e^{at-bt^2}+e^{at'-bt'^2}\right) > e^{a\left(\frac{t+t'}{2}\right)-b\left(\frac{t+t'}{2}\right)^2}$$

Digitized by Google

Dafs diefs aber innerhalb jener Grenzen allgemein stattfindet, kann man leicht zeigen, wenn man für a, b die aus den Dalton'schen Beobachtungen bestimmten Werthe setzt, wobei aber in dem Ausdruck $\frac{t+t'}{2}$ noch eine kleine Correction wegen der specifischen Wärme hinzuzufügen ist, deren quantitativer Werth sich aber aus den bisherigen Versuchen nicht genau bestimmen läfst. Da nun aber der Fall einer vollkommnen Sättigung nur selten vorkommt, so wird nur dann ein Niederschlag geschehn, wenn (mit tt' die Temperaturen jener Luftmengen, mit d, d' ihre respectiven Condensationspunkte, beide vom Siedpunkt gezählt, bezeichnet)

$$\tfrac{1}{2}\left(e^{ad-bd^2}+e^{ad'-bd'^2}\right)>e^{a\left(\frac{t+t'}{2}\right)-b\left(\frac{t+t'}{2}\right)^2}$$

Die Hutton'sche Theorie ist also richtig für alle Niederschläge, die aus der Vermischung ungleich erwärmter Luftmengen entstehen. Dafs diese Bedingung bei der Vermischung der Winde erfüllt ist, zeigt die thermische Windrose. Für diese Niederschläge mufs also der Gang des Barometers und Thermometers sich einfach nachweisen lassen. Geschähen alle Niederschläge durch die Vermischnng der Winde, so müfste für jeden einzelnen Fall das allgemein gefundene Gesetz sich bestätigen; gäbe es auch andere, so würde diefs nicht stattfinden. Sind aber die Niederschläge durch die Winde die häufigsten, so wird für das Mittel sich die gegenseitige Abhängigkeit der Barometerveränderungen und Hygrometeore bestimmen lassen müssen. Es ist also zunächst um eine Classification dieser zu thun.

Da ein Niederschlag geschehen mufs, wenn die Temperatur der Luft bis zum Condensationspunkt des in ihr enthaltenen Wasserdampfs erniedrigt wird, so ist ein Hygrometeor abgeleitet, wenn der Grund dieser Temperaturerniedrigung nachgewiesen ist. Man kann dann alle Hy-

grometeore unter 4 Classen bringen. Der Niederschlag geschieht nämlich:

1) An dem erkälteten Boden selbst, durch Ausstrahlung: Thau, Reif; durch eine vorhergegangene Kälteperiode: Glatteis.

2) Dadurch, dafs horizontal fortfliefsende Luft durch ein mechanisches Hindernifs gezwungen wird in eine höhere Gegend der Atmosphäre zu treten: stehende Wolken an Gebirgen, Pilatus, Freygangs Bericht vom Ararat in seiner Reise nach dem Caucasus, p. 232., Wolke am Tafelberge, Kranz Beschreibung eines Berges in Grönland, der wie der Zobten in Schlesien als Wetterprophet dient. Der 4200—4800 Par. Fufs hohe Tanargue, der wie eine lothrechte Mauer von W. nach O. sich erhebt, zeigt diefs vorzüglich. In Joyeuse 5000 Toisen südlich von ihm fielen 1811 64 Zoll Regen, indefs die Luft über Viviers, 8 französische Meilen östlicher, ungehindert im Rhonethale weiter nördlich fortziehen kann. In Viviers fielen in demselben Jahr nur 37 ½ Z. — Periodische Regen auf beiden Seiten des Gategebirges in Ostindien, in Arabien, auf Zeylon, St. Domingo etc. Das umgekehrte Phänomen, indem die kältere Luft vom höheren Ufer auf den erwärmten See abfliefst, als localer Nebel auf Flüssen und Seen. (Humphry Davy in *Phil. Trans.* 1819, und Harvey's Beobachtungen.)

3) Dadurch, dafs der Boden nach der Höhe als erkältend oder erwärmend wirkt.

a) In unmittelbarer Berührung mit dem Boden, wenn dieser als erkältend wirkt: der Stratus am Abend über der feuchten Wiese; als erwärmend: der Frostnebel über dem Polarmeer (*Scoresby Arct. Reg.* 1. *p.* 435.).

b) — Plötzliches Eindringen einer erwärmten Luft über einen kälteren Boden, z. B. die Niederschläge bei einem SW. Sturm, der rasch in immer höhere Brei-

Digitized by Google

ten dringt, die Schneefälle am Rande eines Eisfeldes und der kälteren Küste. —

c) Niederschläge durch Erniedrigung der Temperatur der ganzen über uns stehenden Luftsäule ohne Veränderung der Richtung des Windes. Beispiele in Saussure, Hygrom. §. 326., Regen aus blauem Himmel, feinster Nadelschnee bei sehr strenger Kälte. —

d) Alle Niederschläge durch einen aufsteigenden Luftstrom, nämlich der Cumulus, der sich über der Erde bildet; die einzelne Wolke über einer isolirten kleinen Insel; die täglichen Gewitter der Tropen und die einiger Schweizerthäler (Volta's Beschreibung); der Hagel, in sofern das Graupelkorn zum Hagelkorn wird; der steigende Morgennebel, der nach seinem Verschwinden wieder als leichte Bedeckung gegen Mittag hervortritt; alle Niederschläge, bei denen sich die Differenzen des Bodens geltend machen, die man in der Ebene Wetterscheiden nennt; endlich durch einen zufällig aufsteigenden Strom, das die Pinie eines Vulcans umgebende Gewitter (Beobachtungen auf Lancerote, der Hagel bei Eruptionen in Island, von Stephensen beschrieben).

4. Durch Vermischung der Winde: die meisten Tornados (Schotte's Beschreibung vom Senegal im Götting. Magaz. 3. p. 6.), besonders auf der sogenannten Regen- oder Donnersee nahe bei Guinea, jedes Gewitter, das in Landregen übergeht, unsre meisten Gewitter, Anfang und Ende des Landregens, Graupelschauer das sogenannte Aprilwetter, dauernder Schneefall, Cirrus, Cirrostratus.

Die letzteren Niederschläge sind die häufigsten. Erst wenn die Winde schweigen, kommen die Differenzen im Leitungs- und Ausstrahlungsvermögen des Bodens zu ihrem Recht, und daher ist der Sommer, wo die Winde wegen der rings um den Beobachtungsort gleichförmiger vertheilten Wärme nur schwach sind, die Zeit der mannigfal-

tigsten Wolkenbildung, und die einzeln schwimmenden Cumuli, entstehend und vergehend, je nachdem die Luft über Wald und Wiese, oder indem sie über eine wärmere Sandfläche strömt, sind dann im Allgemeinen ein auf dem Himmel projicirtes Bild des Bodens. Daher entstehen unter den Tropen jene täglich wiederkehrenden Gewitter, die so constant sind, dafs, wie Caldcleugh von Brasilien erzählt, die Visiten nicht wie bei uns nach dem gereichten Getränk unterschieden werden, sondern man einander vor und nach dem Gewitter einladet, nur dann, wenn die einander entgegen wehenden Passate zwischen sich jene ruhige Stelle erzeugen, die wir unter dem Winde nennen, und die, wie Humboldt gezeigt hat, genau der Sonne folgt. Daher finden wir bei uns nur Spuren jener Regelmäfsigkeit, und nur da, wo hohe Bergwände von allen Seiten den aufsteigenden Strom gegen Seitenströme schützen, z. B. am Comer See und Lago Maggiore; sie hören aber auf, wenn ein stärkerer Wind den aufsteigenden Strom aufhebt (so beobachtete Configliachi, dafs 14 Tage hinter einander Mittags im Thal Molina sich bildende Gewitter aufhörten, als ein stürmischer Wind von Intelvio her ein stärkeres Gewitter brachte). Daher hängen im Winter, wo die Temperaturdifferenzen der Winde entschieden überwiegend sind über die durch den Boden bedingten Unterschiede, die aufserdem häufig durch eine gleichförmige Schneedecke vollkommen verwischt sind, fast alle Niederschläge nur von der Vermischung der Winde ab, dauernde Trübung wechselt mit dauernder Helle, und der Uebergang ist nur durch langgezogene Cirri vermittelt, daher sah Scoresby im Eismeer nur Cirrus, Cirrostratus und Cirrocumulus, nicht den Cumulus (*Arct. Reg.* 1. *p.* 419.). Nur zwischen Küste und See findet noch ein Gegensatz statt, und die kreisförmig mit Schnee umgebenen Eisfelder verdanken diesen Gürtel dem Kampfe des Südwindes mit der eiskalten über ihnen stehenden Luft, die wie ein durchsichtiger Gletscher seinem Andrang oft

Stunden lang widersteht. Und alle diese so verschieden entstehenden Niederschläge soll das Barometer und Thermometer auf gleiche Weise angeben. Man kann diese Anforderung wohl unbillig nennen.

Abstrahiren wir von dem Einfluſs der Vermischung des Wasserdampfes mit der Luft und dem seines Herausfallens auf das Barometer, der natürlich allen Niederschlägen gemein ist, so werden die Niederschläge der 3 ersten Classen mit den Veränderungen desselben in mittelbarem Zusammenhange stehn, die Niederschläge der vierten Classe in unmittelbarem.

1) Die Niederschläge durch Ausstrahlung am Boden selbst hängen bekanntlich von der Bedeckung des Himmels ab. Sie werden also am stärksten sich zeigen bei den Winden, welche eine dauernde Helle erzeugen und sich umgekehrt verhalten wie die Intensität derselben. Der Zusammenhang der Thaubildung mit hohem Barometerstand ist also ein zufälliges Zusammentreffen der Bedingungen, die beide Erscheinungen erzeugen. Direct sind sie von einander unabhängig.

2) Der Zusammenhang der Niederschläge am Gebirge mit dem Barometer hängt ab von der relativen Lage des Gebirges zum Beobachtungsorte. So erwartet man im sächsischen Erzgebirge, wenn bei hellem Wetter sich die Berge einziehen, Schnee und Regen (einen südlichen Wind), und man sagt dann: die Berge brauen, die böhmischen Nebel kommen. Göthe stellt zur Morphologie, 2. p. 62—75., den Satz auf: »bei hohem Quecksilber wirft sich die Feuchtigkeit an's Gebirg, bei niedrigem vom Gebirg in's Land.» Gründet sich dieser Satz auf Beobachtungen, so heifst er nichts anders als: ich habe mein Barometer an einem Ort beobachtet, der nördlich von einem Gebirge liegt.

3) Alle durch einen aufsteigenden Strom entstehende Niederschläge können nur geringen Einfluſs auf das Barometer haben. Dieſs zeigen die geringen Oscillationen des

Barometers unter den Tropen bei den wüthendsten Regengüssen, Caselli's Beobachtungen bei dem Ausbruch des Vesuvs 1794. Solche Niederschläge können auch bei hohem Barometer stattfinden, daher entspricht der Cumulus häufig demselben. Die durch Einströmen eines heftigen Windes entstehenden Niederschläge über einen erkälteten Boden, hängen ab von der Beschaffenheit desselben.

4) Die von der Veränderung der Windesrichtung abhängigen Niederschläge müssen in genauem Zusammenhange mit den Veränderungen der Temperatur und des Barometers stehen, und da sie die häufigsten sind, so werden die mittleren Veränderungen dieser Instrumente überhaupt den Hygrometeoren entsprechen.

Aus der Drehung von S. durch W. nach N. folgt (Fig. 8. Taf. IV.) *):

1) Dafs auf der Westseite der Windrose ein kälterer Wind auf einen wärmeren folgt, auf der Ostseite hingegen ein wärmerer auf einen kälteren. Der von den täglichen Variationen befreite Gang des Thermometers mufs also mit Westwinden ein Fallen der Wärme von Morgen bis Abend geben, mit Ostwinden hingegen ein Steigen derselben. Die Pariser Beobachtungen von 1816 bis 1820 geben für den mittleren Gang der Temperatur

9 U. M.	Mittag.	3 U. N.	9 U. Ab.
10,75	13,24	13,48	9,63

also als anzuwendende Correction

+0,77	—1,72	—1,96	+1,89.

Weil aber der tägliche Gang der Temperatur in den verschiedenen Jahreszeiten sehr verschieden ist, und diese Unterschiede auf die vom Mittag am weitesten abstehende Beobachtung den gröfsten Einflufs haben, so habe ich die von demselben gleich weit abstehenden Beobachtungen 9 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags mit einander verglichen. Der so corrigirte Gang der Wärme ergab für diese 5 Jahre:

*) Man vergleiche d. Ann. Bd. 87. S. 543.

Digitized by Google

Wind.	9 U. V.	Mittag.	3 U. N.	9 U. A.	U.9V–3U.
N.	10,83	10,82	10,88	11,21	—0,06
NNO.	7,86	7,62	8,08	8,14	—0,22
NO.	9,22	9,43	9,83	9,91	—0,71
ONO.	11,81	12,2	12,74	12,41	—0,93
O.	11,44	11,65	12,22	12,05	—0,79
OSO.	12,21	12,99	14,57	14,72	—2,36
SO.	9,81	10,75	11,18	10,95	—1,37
SSO.	9,63	9,95	11,52	10,41	—0,89
S.	12,16	12,44	11,80	12,21	+0,56
SSW.	11,23	11,22	11,08	11,31	+0,15
SW.	12,47	12,31	11,85	12,01	+0,62
WSW.	14,66	14,19	13,88	13,44	+0,78
W.	12,36	11,92	11,60	11,71	+0,76
WNW.	13,28	12,11	11,99	12,36	+1,29
NW.	11,84	11,60	11,71	11,58	+0,13
NNW.	11,63	11,96	11,13	12,07	+0,50

2) Auf der Westseite verdrängt der schwerere nördliche Wind den südlichen leichteren rascher, als auf der Ostseite dieser jenen. Diefs zeigt sich sowohl an der Drehung der Windfahne, als am Steigen des Barometers, denn bei den barometrischen Oscillationen ist in der Regel der steigende Theil der Curve steiler als der fallende. Durch das häufige Zurückspringen des Windes auf der Westseite und das damit verbundene Fallen des Barometers wird diefs aber für die mittlere Erhebung des Barometers bei Westwinden compensirt.

3) Auf der Westseite der Windrose ist die Elasticität des Wasserdampfes des folgenden Windes geringer, als die des vorangehenden; auf der Ostseite findet das umgekehrte Statt. Zugleich scheint auf der Westseite der Windrose der folgende Wind auch der relativ trocknere zu seyn, auf der Süd-Ostseite umgekehrt.

Das erste ergiebt sich aus den Daniell'schen Beobachtungen.

Da das Haarhygrometer vom Winter zum Sommer entschieden der Trockenheit zugeht, so scheint es nothwendig

aus den monatlichen Mitteln die hygrometrischen Werthe der Winde zu bestimmen. Für die 8 Hauptwinde erhielt ich daraus für die Jahre 1821—1825:

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
78,6	74,8	66,1	77,4	83,7	80,1	78,8	77,9.

Wir finden also von O. bis S. ein plötzliches Steigen der Feuchtigkeit, von S. durch N. bis O. ein allmähliges Abnehmen derselben. Wir werden also als die Quelle der Niederschläge den Südwind anzusehen haben, der in seinem Fortgang durch West allmählig sich erkältend seinen Wasserdampf immer mehr verliert. Aber in Beziehung auf den Gang des Hygrometers tritt eine Schwierigkeit ein, die uns bei dem Thermometer und Barometer nicht begegnete. Denn wenn ein wärmerer Wind auf einen kälteren folgt, so wird die mittlere Temperatur der über uns stehenden Luftsäule immer erhöht werden, so gering auch die Höhe sey, welche der einfallende Wind einnimmt. Eben so wird beim Barometer immer der Druck der Luft vermehrt, wenn ein schwerer Wind auch nur theilweise eintritt. Beim Hygrometer hingegen mufs, damit dafs die Luft bei Nordwinden trocken seyn könne, der überschüssige Wasserdampf der südlichen Winde vorher niedergeschlagen seyn. Wenn nun ein trockner kalter Wind mit einem warmen feuchten sich mischt, so wird das Zugehen zur Feuchtigkeit oder Trokkenheit sich hauptsächlich danach richten, welcher von beiden das Uebergewicht hat. Denken wir uns nun die Niederschläge überhaupt entstehend durch die Temperaturdifferenzen der entschieden nördlichen und südlichen Winde, so werden wir die Winde West, Ost als die indifferenten Mitten beider angesehen haben, so dafs von West durch Nord nach Ost der nördliche Wind das Uebergewicht hat, von Ost durch Süd nach West der südliche. Das Haarhygrometer wird also von O. durch S. bis W. der Feuchtigkeit zugehen, von W. durch N. bis O. der Trockenheit. Als Correction für die täglichen

hygrometrischen Aenderungen erhielt ich für die angegebenen Jahre

$$-4{,}9 \quad +4 \quad +6{,}4 \quad -7{,}5.$$

Der hienach corrigirte Gang ergab:

Wind	Mittel.	9 U. V.	Mittag.	3 U. N.	9 U. Ab.	U. 9—9.
N.	75,2	77,8	75,8	73,4	73,9	+3,9
NO.	73,1	74	74	72,6	71,6	+2,4
O.	73,4	73,5	74,3	73	73	+0,5
SO.	80,3	79,8	80	79,1	82,4	—2,6
S.	82,4	80,8	82,7	83,5	82,3	—1,5
SW.	80,1	78,2	78,7	81,2	82,4	—4,2
W.	77,7	77,4	76,8	77,4	79,1	—1,7
NW.	78,2	80,5	77,6	76,5	78,0	+2,5

Die Unregelmäfsigkeiten, die sich in den einzelnen Beobachtungen noch zeigen, machen eine genauere Untersuchung nothwendig.

4) Auf der Westseite tritt der kältere Wind zuerst unten ein, und verdrängt den vorher wehenden südlichen Wind von unten nach oben, auf der Ostseite tritt der wärmere zuerst oben ein, und verdrängt den vorher wehenden nördlichen von oben nach unten. Zugleich nimmt die Geschwindigkeit des Verdrängens auf der Westseite von Süd nach Nord allmählig ab, auf der Ostseite hingegen von Nord nach Süd immer mehr zu *).

Diese aus der Drehung des Windes unmittelbar sich ergebenden Sätze müssen hinreichen, die von Veränderung der Windesrichtung abhängigen Niederschläge abzuleiten.

*) Ich glaube hier kaum hinzusetzen zu dürfen, dafs ich unter dem Verdrängen von oben nach unten, und umgekehrt, nicht die mehr oder weniger gegen den Horizont geneigte Richtung der Winde verstehe, da es eine bekannte Erfahrung ist, dafs Nordwinde in Beziehung auf die Richtung sich gegen den Horizont neigen, Südwinde hingegen an der widerstehenden kälteren Luft wie an einem Berge hinaufflieſsen.

Die relative Anzahl der Niederschläge mufs auf der Westseite gröfser seyn, als auf der Ostseite.

Dafs diefs nicht von der Elasticität des Wasserdampfes abhängt, ergiebt sich daraus, dafs für London es bei West mehr regnet, als bei Südost bei gleicher Elasticität des Wasserdampfes. Da auf der Westseite ein kälterer Wind auf einen wärmeren folgt, auf der Ostseite ein wärmerer auf einen kälteren, so könnte man daraus das Phänomen erklären, dafs man sagte, auf der Westseite nimmt die Dampfcapacität der Luft ab, auf der Ostseite zu. Aber natürlich wird sich der Niederschlag danach richten, ob der trockne oder der feuchte Wind das Uebergewicht hat. Aus dem raschen Einfallen der nördlichen Winde auf der Westseite, dem allmähligen Ueberhandnehmen des Südwindes auf der Ostseite folgt, dafs auf der Westseite ein plötzliches Vermischen ungleich erwärmter Luftschichten stattfinden wird, auf der Ostseite hingegen ein allmähliges Verdrängen. Wir werden daher die häufigsten Niederschläge von Süd bis West zu erwarten haben, die seltensten von Nord bis Ost. Denn wegen der raschen Drehung von Süd nach Nord werden die Temperaturdifferenzen der sich auf der Westseite mischenden Winde gröfser seyn, als die auf der Ostseite, aus eben dem Grunde die Niederschläge auf der Westseite nach Nord höher hinaufrücken. Da aber die thermischen Werthe der Winde im Winter am stärksten differiren, so wird die Anzahl der Niederschläge im Winter gröfser seyn, als im Sommer, wegen der damit verbundenen gröfsern barometrischen Differenzen wird aber die Drehung des Windes im Winter rascher seyn als im Sommer, es wird also eher mit NO. schneien, als es damit regnet. Empirische Belege hiezu finden sich in Leopold von Buch's Abhandlung über die Bewegung des Barometers in Berlin, und in Schouw's Beiträgen zur Climatologie. In Berlin ist daher die mittlere Windesrichtung ($S=0^\circ$, $W=90^\circ$ ...) während des Regens

65° 54′, also zwischen SW. und WSW., während des Schnees hingegen 133° 59′, also NW. In Paris während des Regens 50° 26′.

Ist nun eine rasche Vermischung der Winde dem Niederschlage vorzüglich günstig, so würde sich daraus ergeben, dafs auf der Westseite das Barometer während des Regens rasch steigen mufs, auf der Ostseite rasch fallen. Aber der Wind geht natürlich nicht immer continuirlich durch die Windrose, er springt besonders auf der Westseite häufig zurück. Aus dem oben Gesagten folgt aber, dafs eine der regelmäfsigen Drehung des Windes entgegengesetzte Aenderung auf der Westseite selten mit einem Niederschlag verbunden seyn wird, auf der Ostseite werden hingegen die seltenen Ausnahmen der gesetzmäfsigen Aenderung grade auf Regenwinde fallen. Es werden also auf der Ostseite eher Regen mit steigendem Barometer, als auf der Westseite mit fallendem vorkommen. Das Steigen des Barometers während der Regenwinde auf der Westseite wird also entschieden gröfser seyn, als das Steigen bei Westwinden im Mittel, für die östlichen Regenwinde hingegen das Fallen geringer, als für die Ostwinde im Mittel. Da aber wegen der gesetzmäfsigen Drehung jedes Zurückgehen durch ein Vorgehen compensirt werden mufs, das Zurückspringen des Windes auf der Westseite aber weit häufiger geschieht, als auf der Ostseite, so wird ein Fallen des Quecksilbers mit Westwinden auf neuen Regen deuten, da der Gang nach Nord wieder durchgemacht werden mufs, und hierin zugleich ein neuer Grund für die Häufigkeit der Niederschläge auf der Westseite liegen. Dauernder Regen ist also nicht ein Niederschlag, sondern die häufige Wiederholung derselben Erscheinung, die sich in Beziehung auf die Windfahne darstellt als eine continuirliche Abwechselung von West und Südwest, in Beziehung auf das Barometer als ein fortwährendes Schwanken. Beispiele dafür findet man in jedem Beobachtungsjournale.

Digitized by

Für den mittleren Gang des Barometers erhielt ich aus den 10 Jahren der Pariser Beobachtungen folgende Tafel. Um gleich abstehende Beobachtungen zu erhalten, ist, da die Himmelsansicht nur für den Mittag angegeben ist, die Differenz von 9 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags beigefügt. Ebenso der Unterschied zwischen Regenwind und Winde ohne Regen, aufserdem die absolute und relative Anzahl der Niederschläge. (Unter relativer Anzahl verstehe ich, unter wie viel Winden ein Regenwind vorkommt.)

Wind.	Mittel.	Unt. ohne und mit Regen.		Abs. A.	Rel. A.	9 U. M.	Mittag.	3 U. N.	9 U. Ab	U. 9 — 9	U. 9—3
NNO.	744,3562	+	15,4052	2	1 : 33	744,4715	744,3575	744,1385	744,4575	+0,014	+0,3330
NO	751,085	+	8,4879	2	164	50,8865	51,1625	51,0285	51,2625	−0,376	−0,1420
ONO.	744,2225	+	13,8775	1	86	44,5715	44,6225	44,1885	43,5075	+1,064	+0,3830
O.	747,7769	+	9,8918	9	19	47,5626	47,2792	47,2774	48,9886	−1,4260	+0,2852
OSO.	750,5769	+	3,3310	4	14	50,9565	50,8257	50,3335	50,1900	+0,7665	+0,6230
SO.	740,445	+	13,8737	13	17	44,9061	44,2225	44,2393	44,4121	+0,4940	+0,6668
SSO.	747,1897	+	7,2556	7	8	47,9644	47,1625	46,6714	46,9604	+1,004	+1,2930
S.	748,2392	+	5,2366	77	6	48,8223	48,1586	47,8556	48,1204	+0,7019	+0,9667
SSW.	749,7110	+	2,9949	19	7	50,2647	49,5830	49,4111	49,5859	+0,6788	+0,8536
SW.	749,5552	+	4,3745	94	7	50,1144	49,2975	48,8296	49,9492	+0,1652	+1,2848
WSW.	751,514	+	3,8689	26	6	51,6115	51,3948	51,4581	51,6316	−0,0201	+0,1534
W.	751,1422	+	4,6714	77	7	50,1443	50,5980	51,2923	52,5344	−2,3901	−1,1480
WNW.	753,1367	+	4,0506	10	11	51,7975	52,3375	53,4405	54,9715	−3,1740	−1,6430
NW.	753,7199	+	4,6816	25	11	52,4575	52,9969	53,9481	55,4771	−3,0196	−1,4906
NNW.	762,01	−	4,5089	1	54	61,7415	61,3225	61,5485	63,4275	−1,6860	+0,1930
N.	756,7686	+	3,3133	18	17	56,1071	56,3536	57,0185	57,5952	−1,4881	−0,9114

Be-

Digitized by Google

Betrachten wir die sich ergebenden Differenzen, so ist es wohl überraschend, wie klar selbst aus so wenigen Beobachtungen der Zusammenhang der Barometerveränderungen mit den Hygrometeoren hervortritt.

Das Barometer fällt nämlich bei Regen mit Ostwinden, steigt während des Regens mit Westwinden *).

Das rasche Steigen von West bis Nord, eine Linie in 12 Stunden im Mittel, giebt zugleich ein leichtes Verfahren an die Hand, die Richtung der Aenderung des Windes an einem gegebenen Orte zu finden. Zehn Beobachtungen bei NW. reichen schon dazu hin. Und so lösen sich denn auf die einfachste Art alle Widersprüche, in welche man sich darum verwickelte, weil man die Phänomene der Ostseite nicht von denen der Westseite unterschied, weil man von dem Barometer verlangte, dafs es vor dem Regen entweder steigen müfste, oder fallen. Aber man beruft sich auf Pascal, Beal, Wallis, Garcin, Deluc, Chiminello, welche das Fallen vor und während des Regens bewiesen hätten. Die aber, welche die Sache wirklich untersucht haben, widersprechen diesen Behauptungen; denn Poleni fand in 12 Jahren zu Padua unter 1175 Regen nur 758, bei denen das Barometer fiel, und van Swinden beobachtete im J. 1778 in Franeker so oft Fallen als Steigen. Aber solche Vorurtheile kann man nur widerlegen, indem man ihren Ursprung rechtfertigt. Wenn im Conflict der südlichen und nördlichen Winde auf der Westseite aller überschüssige Wasserdampf der ersteren niedergeschlagen ist, ist für

*) Welchen Einfluſs hiebei die Veränderung der Dampfatmosphäre hat, ergiebt sich, wenn man unabhängig die Drehung für die Elasticität des Wasserdampfes nach den Angaben des Daniell'schen Hygrometers berechnet, und die gefundenen Werthe von den barometrischen abzieht. Die 3jährigen Beobachtungen von Daniell sind aber zu einer sichern Bestimmung nicht genügend.

den durchgedrungenen Nordost, der aus kälteren Gegenden nach wärmeren fliefst, dessen Dampfcapacität also fortwährend erhöht wird, kein Grund des Niederschlags vorhanden, und es steht daher bei dem barometrischen Werth dieses Windes an der Skale »schön« oder »sehr trocken» (Fig. 9. Taf. IV.). Nun beginnt das Barometer zu fallen, und man sagt: es wird regnen, richtiger: es wird wieder Südwind werden. Versteht man also unter »vor« die Zeit, während der Wind von NO. durch O. nach S. geht, so fällt das Barometer allerdings vor dem Regen. Aber man sieht leicht, dafs diefs zwei Erscheinungen verbinden heifst, welche nicht zusammengehören, und eine darauf gegründete Theorie, wie sie Leibnitz zuerst gab, und die unter verschiedenen Formen später häufig wiederholt worden ist, wird immer einseitig bleiben müssen, da sowohl für die regelmäfsige Drehung als das unregelmäfsige Zurückspringen des Windes die Erscheinung auf der einen Seite der Windrose immer der auf der andern grade entgegengesetzt ist.

Abstrahiren wir von der Verdampfungskälte und der während des Niederschlags freiwerdenden Wärme, so wird auf der Westseite der Windrose die Temperatur sich nach dem Regen erniedrigen, auf der Ostseite erhöhen.

Als Correction für die täglichen Variationen der Temperatur in 10 Jahren erhielt ich:

9 U. M.	Mittag.	3 U. Nachm.	9 U. Ab.
+0,95	−1,43	−1,70	+2,18

Der hiernach corrigirte Gang ist:

Wind.	9 U. V.	Mittag.	3 U. N.	9 U. Ab.	U. 9−9.
NNO.	13,15	13,32	13,05	12,38	+0,73
NO.	10,35	9,02	8,7	11,68	−0,33
ONO.	1,15	− 0,63	1,5	5,18	−4,03
O.	12,47	9,83	9,98	12,48	−0,01
OSO.	10,65	9,67	10,65	12,4	−1,75
SO.	7,70	7,62	8,82	11,57	−3,87

Digitized by Google

Wind.	9 U. V.	Mittag.	3 U. N.	9 U. Ab.	U. 9—9.
SSO.	13,99	13,1	12,99	14,44	—0,45
S.	12,33	11,02	11,06	12,43	—0,1
SSW.	10,94	9,37	9,75	10,97	—0,03
SW.	12,20	10,72	10,87	11,02	+1,18
WSW.	13,86	12,21	12,41	13,18	+0,68
W.	12,30	10,34	9,93	11,09	+1,21
WNW.	15,02	13,85	12,19	13,76	+1,22
NW.	9,11	7,15	7,12	8,57	+0,54
NNW.	1,1	1,97	—0,4	1,78	—0,78
N.	8,94	7,12	7,09	9,60	—1,34

Die Verdampfungskälte tritt, da die Himmelsansicht Mittags angegeben ist, in den Beobachtungen um 3 Uhr am deutlichsten hervor. Die Differenzen sind überzeugend.

Auf der Westseite der Windrose folgt Schnee auf Regen, auf der Ostseite Regen auf Schnee.

Schnee mit Westwinden deutet auf den Eintritt neuer Kälte, Schnee bei Ostwinden auf eine Milderung derselben. Das Sprüchwort: neuer Schnee, neue Kälte ist dadurch entstanden, dafs es häufiger mit Westwinden schneit als mit Ostwinden.

Will man diese Sätze auch für die unregelmäfsigen Veränderungen anwenden, so heifsen sie: Schnee mit fallendem Barometer wird Regen, Regen mit steigendem Barometer wird Schnee. Schnee mit steigendem Barometer zeigt neue Kälte an, Schnee mit fallendem eine Mäfsigung derselben.

Aufserdem folgt hieraus, dafs Schneefälle nicht bei bedeutender Kälte stattfinden können, da, wenn der kalte nördliche Wind herrschend geworden, oder der südliche verdrängt, kein Grund mehr zum Niederschlag vorhanden ist.

Eine nach dem Regen erhöht bleibende Temperatur wird immer neuen Regen anzeigen, denn auf der Ostseite ist sie das gesetzmäfsige Ueberhandnehmen des süd-

Digitized by Google

lichen Windes, auf der Westseite ist sie ein Zurückspringen, das durch ein neues Vorgehen oder neuen Niederschlag wieder compensirt werden muſs.

Da auf der Westseite der Windrose der kältere Wind unten zuerst als schwererer einfällt, der wärmere auf der Ostseite den kälteren von oben herab allmählig aufwickelt, so wird bei dem Regen im Mittel unten ein Wind seyn, dessen barometrischer mittlerer Werth gröſser ist, als der des oben wehenden. Es wird also der Barometerstand während des Regens niedriger seyn, als der barometrische Werth des Windes überhaupt, da das Verdrängen während des Regens am raschesten geschieht. Die Gröſse des barometrischen Abstandes eines Regenwindes von seinem allgemeinen Mittel wird sich also richten nach dem Verhältniſs der barometrischen Werthe der Winde unter einander und der Geschwindigkeit des Ueberganges. Da nun im Winter die barometrischen Unterschiede der Winde am gröſsten, und eben deswegen der Uebergang der südlichen in die nördlichen und umgekehrt am raschesten, so wird die Differenz zwischen dem Regenmittel eines Windes und dem allgemeinen Mittel da am gröſsesten seyn. Die Form des Niederschlags ist aber in höheren Breiten im Winter Schnee. Das Barometer wird also bei Schneefällen am tiefsten unter dem allgemeinen Mittel des Windes stehn.

Aus den Beguelin'schen Beobachtungen ergiebt sich für Berlin nach den von L. von Buch bestimmten Mitteln

für *Regen* $b^{(m)} = 333''',95 + ,1,4258\, sin\,(m\,45^\circ + 76^\circ 9') + 0,7149\, sin\,(m\,90^\circ + 261^\circ\,45')$

für *Schnee* $b^{(m)} = 332''',9088 + 1,3625\, sin\,(m\,45^\circ + 84^\circ\,50') + 0,7816\, sin\,(m\,90^\circ + 253^\circ 15')$

Digitized by Google

Regen.

	Beobachtet.	Berechnet.	Unterschied.	unt. d. Mittel	Anzahl
N.	334‴,42	334‴,627	— 0‴,207	1‴,61	35
NO.	335,1	335,068	+ 0,032	1,623	34
O.	335,17	334,999	+ 0,171	1,326	42
SO.	333,03	333,315	— 0,275	1,231	42
S.	332,1	331,858	+ 0,242	1,225	88
SW.	332,56	332,627	— 0,067	0,972	282
W.	334,18	334,326	— 0,146	0,779	214
NW.	335,04	334,790	+ 0,250	1,224	124

Schnee.

N.	333‴,25	333‴,517	— 0‴,276	2‴,720	38
NO.	333,75	333,730	+ 0,020	2,961	60
O.	333,38	332,780	— 0,400	2,545	24
SO.	332,21	333,256	— 0,046	2,290	25
S.	330,76	330,803	— 0,043	2,280	17
SW.	331,93	331,637	+ 0,239	1,962	55
W.	333,62	333,535	+ 0,085	1,570	50
NW.	334,37	334,007	— 0,033	1,907	74

Kommt aber Schnee und Regen in demselben Durchgang durch die Windrose vor, so entspricht der Regen dem tieferen Stande.

Da aber die gefundenen barometrischen Regenmittel tiefer sind als der Werth für das Minimum der Windrose, und bei dem Winde, der diesem entspricht, doch während des Regens das Barometer tiefer steht, so reicht jener angeführte Grund nicht hin. Dieses Tieferstehn beruht also auf 2 Ursachen, dem Uebereinanderwehen verschiedener Winde und einer davon unabhängigen, allen Niederschlägen gemeinsamen Ursache, die in dem Herausfallen des Wasserdampfes zu suchen ist (*de bar. mut. p.* 44.) *).

*) Hierin liegt zugleich der Grund, warum das Barometer im Mittel etwas weiter über das Minimum hinausfällt, als die Mittel geben; ein Grund, der bei dem Maximum, wo fast gar keine Niederschläge sind, nicht stattfindet. Deutlich zeigt sich dieser Einfluss beim Gange des Barometers während des Regens, wenn man die Differenzen 9—3 mit denen 9—9 vergleicht.

Digitized by Google

Aus dem Unteneinfallen des kälteren Windes auf der Westseite folgt aufserdem, dafs Einfallen des Windes, Wolkenbildung, Niederschlag als Regen oder Schnee und Steigen des Barometers zusammenfallen werden, ja häufig der Wind den andern Erscheinungen vorangehen wird, hingegen auf der Ostseite ist die Wolkenbildung früher als der unten bemerkbare Wind. Auf der Westseite geht die Wolkenbildung von unten nach oben, auf der Ostseite von oben nach unten. Das Aufhören der Wolkenbildung, wenn der nördliche Wind immer mehr herrschend wird, nennt man das Brechen der Wolken, welches sehr verschieden ist von dem allmähligen Auflösen des Abends bei aufhörenden Courant ascendant in wärmere Luftschichten herabsinkenden Cumulus. Plötzliche Wolkenbildung gehört der Westseite an, da hier plötzliche Vermischung stattfindet, allmählige Bildung der Ostseite. Jener entspricht der Cumulostratus, dieser der Cirrus. Dieser ist also der Niederschlag durch einen eintretenden südlichern Wind, jener der Niederschlag durch einen in wärmere Luft eindringenden kälteren. Einige Beobachtungen von Howard mögen diefs beweisen:

»Die Verbreitung des Cirrus, von denen mehrere Dalton durch Messungen 3—5 englische Meilen hoch fand, hängt genau mit der Windesrichtung zusammen. Das Erscheinen der Lockenwolke ist eine Anzeige von Wind, und sie ist am ausgezeichnetsten und häufigsten vor Stürmen. Häufig setzt sich der Wind nach dem Viertel hin um, nach welchem die Spitzen hinweisen. Der Cirrus scheint am specifisch leichtesten bei seiner Bildung zu seyn, zuletzt sinkt er und verwandelt sich in Cirrostratus oder Cirrocumulus. Das furchtbarste Ansehn hat der Cirrostratus, wenn er wie weitgedehnte Nebellagen erscheint, die von den höchsten Luftregionen herabzusteigen scheinen. Bestehend hiemit ist das Prognosticon schlechten Wetters. Im Winter steigt er zu den Ebenen herab, als ein sehr feuchter und dauernder Ne-

Digitized by Google

bel. Nicht selten sieht man, dafs der Cirrostratus augenscheinlich von einem Winde herbeigeführt wird, der in einer andern Richtung bläst, als in der, in welcher die Haufenwolken sich bewegen, über welchen er sich verbreitet. In diesem Falle werden sie sehr bald von ihm aufgehalten und nehmen einen andern Lauf, oder lösen sich auf in Regen. Die Lockenwolke erscheint am häufigsten, wenn die veränderlichen Winde herrschen.« Der Cirrus entspricht in seiner Bildung fallendem Barometer.

»Der Cumulostratus pflegt bei völlig überzogenem Himmel zu herrschen bei mittlerem Barometerstande oder sogenanntem veränderlichen Wetter, wenn der Wind aus Westen bläst, und gelegentlich nord- oder südwärts abspringt. In Rücksicht der Temperatur hat er einen weiten Spielraum, und kann so gut Schnee als Gewitter herbeiführen.« Der Cumulostratus entspricht steigendem Barometer. Die Phänomena der Westseite sind also ein Uebergang von der Trübung zur Helle, die der Ostseite von der Helle zur Trübung.

Da die Temperaturdifferenzen der Winde im Sommer in der Nähe des Bodens verdeckt werden *) und erst in gröfseren Höhen der Atmosphäre hervortreten, so wird die Wolkenbildung im Winter niedriger seyn als im Sommer, das Hygrometer vom Winter zum Sommer der Trockenheit zugehn. Aber die Wolke ist nur die erzeugende Ursache des Niederschlags, indem sich an dem zuerst als sogenannter Bläschendampf hervortretendem Tröpfchen, als an einem kälteren Körper, der Wasserdampf der Luftschichten von der Wolke bis zum Boden allmählig immer mehr niederschlägt. Dafs aber die Regen-

*) Dieses Verwischen der Wärmeunterschiede der Winde in der Nähe des Bodens zu allen Jahreszeiten ist ein Hauptgrund des vielbesprochenen *Schwebens der Wolken*. Die Höhe nämlich, in welcher dieser ausgleichende Einfluſs des Bodens aufhört, ist die Stelle, wo sich die Wolke immer von Neuen bildet, die von unten immer dieselbe zu bleiben scheint.

Digitized by Google

tropfen immer hinreichend kalt sind, um selbst, wenn das Hygrometer nicht absolute Feuchtigkeit zeigt, den Niederschlag zu bewirken, hat Boisgiraud durch Beobachtungen gefunden. Jene Vergröfserung des Tropfens geht am deutlichsten aus in verschiedener Höhe aufgestellten Regenmessern hervor. Aus der gröfsern Höhe der Wolkenbildung im Sommer und der gröfsern Menge des vorhandenen Wasserdampfs folgt, dafs die absolute Menge des Niederschlags in gleicher Zeit gröfser ist, als im Winter, ein Resultat, welches aber wegen der gröfseren Anzahl der Niederschläge für die beobachteten Mengen im Mittel verdeckt wird. Nennen wir nun x die Entfernung des obern Regenmessers von der Wolke, a die Entfernung des untern Regenmessers von dem obern, so ist a eine unveränderliche Gröfse, hingegen x eine Gröfse, die vom Winter zum Sommer bedeutend wächst. Bezeichnen wir nun mit $f(a)$ den Niederschlag in der Luftschicht vom obern zum untern Regenmesser, oder den Ueberschufs des Regenwassers im untern Regenmesser, mit $f(a+x)$ den Niederschlag von der Wolke bis zum Boden, so wird $\frac{f(a+x)}{f(a)}$ nothwendig im Sommer gröfser seyn, als im Winter, oder die Zunahme des Niederschlags in der untern Luftschicht im Sommer ein weit geringerer Theil der absoluten Menge, als im Winter. Durch den Niederschlag wird aber Wärme frei, durch die Verdampfung die Temperatur der Umgebung erniedrigt. Abstrahiren wir also von dem einfallenden kälteren Winde als häufigster Ursache des Niederschlags, so mufs durch jeden Niederschlag die Temperatur der Luft erhöht werden. Der Niederschlag geschieht aber in der ganzen über uns stehenden Luftsäule, und soviel sich auch im Herabfallen wieder verflüchtigen mag, so ist der unten anlangende Tropfen doch der reelle Ueberschufs des Niederschlags über die Verdampfung. Dieser herabgefallenen Rege verdunstet wieder, die Verdampfungskälte

Digitized by Google

entsteht also dadurch, dafs die in der Vergröfserung des herabfallenden Tropfens allmählig frei werdende Wärme in der nachherigen Verdunstung allein dem Boden entzogen wird; sie ist also eine Erniedrigung der Temperatur der untern Luftschichten auf Kosten einer Temperaturerhöhung der ganzen Luftsäule von der Wolke bis zum Boden, und sie mufs also im Sommer gröfser seyn, als im Winter; ja im Winter, wo wir uns oft in der Wolke selbst (Nebel, Nebelregen) befinden, wird die mittlere Temperatur eines Regenwindes oder Schneewindes im Mittel häufig höher seyn, als die mittlere Temperatur des Windes überhaupt, während im Sommer diefs nicht stattfindet. Die früher mitgetheilte Tafel zeigt diefs. Für die Jahre 1818—1825 erhielt ich als Werthe für $\frac{f(a+x)}{f(a)}$ in den einzelnen Monaten

Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Jun.
6,81	4,31	6,03	13,08	13,99	15,73
Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
8,82	13,69	17,76	6,38	7,29	6,65

Aufserdem mufs sich aus den Beobachtungen ergeben, dafs bei Westwinden unter fast gleichen Umständen die unteren Luftschichten mehr zum Niederschlag beitragen, als bei Ostwinden. Diefs konnte nicht untersucht werden, da die einzelnen Beobachtungen nicht angegeben sind.

XIII. *Versuche über die Wärmeleitung in dünnen Körpern, und Beschreibung eines neuen Contactthermometers; von Hrn. Fourier.*

(Mit einigen Abkürzungen aus den *Annal. de chim. et de phys. XXXVII. p.* 291.)

Das Instrument, welches hier zunächst beschrieben wird, hat den Zweck eine genäherte Kenntnifs von dem Wärme-

Digitized by Google

Leitvermögen der Körper zu geben Es besteht aus einem kegelförmigen Gefäfse von sehr dünnem Eisenblech, das an seiner kreisrunden Grundfläche durch eine Haut von mittlerer Dicke verschlossen, und mit Quecksilber gefüllt ist. Ein Thermometer, dessen Kugel in das Quecksilber getaucht ist, giebt für jeden Augenblick die Temperatur der flüssigen Masse. Die Fig. 10. Taf. IV. zeigt die verschiedenen Theile des Instruments. *AA* ist das conische, mit Quecksilber gefüllte Gefäfs; *bbb* die biegsame, das Quecksilber zurückhaltende Fläche, die in der Rinne *gg* festgebunden ist; *cc* das innere, in das Quecksilber getauchte Thermometer, das durch den Pfropfen *ll* festgehalten wird; *D* die Unterlage, welche auf eine feste Temperatur, z. B. auf die des Arbeitszimmers, gehalten wird. Der Gebrauch dieses Instruments ist folgender. Zunächst erhitze man das conische Gefäfs bis zu einer bestimmten Temperatur, z. B. bis zu 46 oder 47 Grad, lege nun die dünne Platte oder das Blättchen, dessen Leitvermögen man untersuchen will, auf die Unterlage, und setze hierauf das Gefäfs mit Quecksilber, im Moment, wo das Thermometer z. B. genau 45° zeigt, auf diese Platte; alsdann beobachte man sorgfältig das allmählige Erkalten, durch Aufzeichnung der verflossenen Zeiten und der zugehörigen Temperaturen. An der Theilung des Thermometers müssen sich noch Zehntel eines Grades beobachten lassen.

Das Gesetz der Erkaltung ist durch eine Differential-Gleichung gegeben; der endliche Ausdruck dieses Gesetzes enthält die feste Temperatur der Unterlage, die der umgebenden Luft, und einen Exponenten, welcher von dem Leitvermögen der die Wärme durchlassenden Substanzen abhängt. Man kann also das Maafs dieses Vermögens von dem der zu verschiedenen Zeitpunkten beobachteten Temperatur ableiten. Man erhält dadurch, wie sich sogleich ergiebt, den Ausdruck für die Bewegung der Wärme.

Digitized by Google

Wir bezeichnen mit H die Wärmemenge, welche während der Zeiteinheit von der Oberfläche des conischen Gefäfses in die Luft übergehen würde, wenn die Gröfse dieser Fläche, so wie der Unterschied zwischen der festen Temperatur der Luft und dieser Fläche gleich Eins wäre. Wenn demnach α die Temperatur des erwärmten conischen Gefäfses, s die Gröfse der Oberfläche, und dt das Element der verflossenen Zeit bezeichnet, so hat man $Hs(\alpha-m)dt$ für die Wärmemenge, welche während des Augenblicks dt, durch die Oberfläche des Gefäfses in die Luft, deren feste Temperatur durch m bezeichnet ist, übergeht. Man mifst die Wärmemengen dadurch, dafs man ausdrückt, wie viele Male sie eine gewisse zur Einheit angenommene Menge enthält; H bezeichnet eine gewisse Anzahl dieser Einheiten.

Man bezeichne mit h die Wärmemenge, welche während der Zeiteinheit die Flächeneinheit durchdringen, und aus der erwärmten conischen Masse A in die Unterlage D übergehen würde, wenn der Unterschied zwischen der Temperatur A und der der Unterlage gleich Eins (100 Centesimalgrade) wäre. Dann ist $hb(\alpha-n)dt$ die Wärmemenge, welche aus dem Gefäfse in die Unterlage übergeht, wenn n die feste Temperatur derselben, und b die Gröfse der mit der Unterlage in Berührung stehenden Fläche bezeichnet. Es drückt also $Hs(\alpha-m)dt+hb(\alpha-n)dt$ die Wärme aus, welche das Gefäfs während des Augenblickes dt verliert. Bezeichnet man jetzt mit c die Wärme, welche, zu der in der Masse A bei 0° enthaltenen hinzugefügt, diese Masse von der Temperatur 0° auf die Temperatur 1 bringen würde, so hat man die Differentialgleichung:

$$d\alpha=-\frac{1}{c}[Hs(\alpha-m)dt+hb(\alpha-n)dt] \quad \ldots \quad (1)$$

als Ausdruck für die veränderliche Bewegung der Wärme. Man integrirt diese Gleichung leicht, wenn man schreibt:

$$\alpha=P+Qe^{-(Hs+hb)\frac{t}{c}} \quad \ldots \quad (2)$$

Digitized by Google

Denn, wenn man diesen Werth von α in die Gleichung (1) setzt, verificirt man die Gleichung, und man hat nur die Bedingung

$$P=\frac{Hsm+hbn}{Hs+hb}$$

Bezeichnet man nun mit α_0, α_ϑ, $\alpha_{2\vartheta}$ drei auf einander folgende Temperaturen, die man bezugsweise am Ende dreier Zeitabschnitte, von denen jeder gleich ϑ ist, beobachtet, und nennt ϱ den Exponentialcoëfficienten

$$\frac{hb+Hs}{c},$$

welchen man als unbekannt betrachtet; so kann man den Werth von ϱ aus drei beobachteten Temperaturen herleiten, denn man hat:

$$\alpha_0=P+Q$$
$$\alpha_\vartheta=P+Qe^{-\varrho\vartheta}$$
$$\alpha_{2\vartheta}=P+Qe^{-2\varrho\vartheta}$$

also:

$$\alpha_0-\alpha_\vartheta=Q\left(1-e^{-\varrho\vartheta}\right)$$
$$\alpha_\vartheta-\alpha_{2\vartheta}=Qe^{-\varrho\vartheta}\left(1-e^{-\varrho\vartheta}\right)$$

und:

$$e^{+\varrho\vartheta}=\frac{\alpha_0-\alpha_\vartheta}{\alpha_\vartheta-\alpha_{2\vartheta}}$$

oder:

$$\varrho=\frac{1}{\vartheta}\left\{log\left(\alpha_0-\alpha_\vartheta\right)-log\left(\alpha_\vartheta-\alpha_{2\vartheta}\right)\right\}$$

Es folgt daraus, dafs man den Werth von ϱ oder

$$\frac{hb}{c}+\frac{Hs}{c}$$

durch die folgende Regel kennen lernen werde: Beobachte die drei Temperaturen α_0, α_ϑ, $\alpha_{2\vartheta}$, nehme die natürlichen Logarithmen von $\alpha_0-\alpha_\vartheta$ und $\alpha_\vartheta-\alpha_{2\vartheta}$ und dividire den Unterschied dieser Logarithmen durch die Zwischenzeit ϑ.

Digitized by Google

Will man, nachdem man eine zwischengelegte Substanz, welcher der Coëfficient h zukommt, untersucht hat, mit demselben Instrument eine andere Substanz, zu welcher ein anderer Coëfficient h' gehört, untersuchen und mit der ersten vergleichen; so bestimme man, nach der angegebenen Regel und blofs mit Anwendung der gemeinen Logarithmen, die den unbekannten Coëfficienten

$$\frac{hb}{c}+\frac{Hs}{c}$$

proportionalen Gröfsen. Die Gröfsen $Hsbc$ sind gemeinschaftlich, und die beiden Resultate nur durch die Coëfficienten h und h' unterschieden. Untersucht man also, um sie hinsichtlich ihres Leitvermögens zu vergleichen, hinter einander mehrere verschiedenartige Substanzen, und berechnet man, mittelst der obigen Regel, die Zahlen, welche bezugsweise mit einem und demselben Instrumente erhalten sind, so wird man zwar nicht die absoluten Werthe der Coëfficienten h, h', h'', h''' . . . erfahren, wohl aber die successiven Zahlen, deren Anwüchse den Anwüchsen der Werthe h, h', h'', h''', . . . proportional sind.

Mithin sind durch diefs Verfahren die verschiedenen Substanzen nach dem ihnen zukommenden Leitvermögen geordnet, was der directe Zweck der Untersuchung ist, und wenn die Substanzen, welche man vergleicht, ein durch gleiche Grade steigendes Leitvermögen besitzen, so steigen die durch Beobachtung gefundenen Zahlen ebenfalls durch gleiche Grade. Es ist also hinreichend, dafs man aus einer sehr grofsen Zahl von Beobachtungen die aequidistanten Resultate auswähle, um versichert zu seyn, dafs die diesen Zahlen entsprechenden Werthe des Leitvermögens der Substanzen ebenfalls nach denselben Gesetzen steigen.

Man mufs bemerken, dafs der Coëfficient h nicht allein die Wärmemenge, welche durch die zwischengesetzte dünne Platte oder Hülle geht, in sich fafst, son-

Digitized by Google

dem auch die Wärmemenge, welche die biegsame, unter dem Quecksilber des conischen Gefäfses befindliche Fläche durchdringt. Dieser Zusatz einer Gröfse zu allen Werthen, welche man vergleichen will, verändert nichts an den so eben angegebenen Folgerungen. Mithin werden die Anwüchse der durch die logarithmische Regel gegebenen Zahlen beständig den Anwüchsen der gesuchten Coëfficienten proportional seyn.

Betrachten wir gegenwärtig den Fall, wo die Temperatur der Unterlage gleich ist mit der Temperatur der Luft; diefs macht die Verfahrungsarten einfacher und erleichtert die Anwendung. Macht man $m=n$ in dem obigen Werth von P, so findet man $P=m$. Es ist klar, dafs in diesem Fall die Temperatur des Gefäfses zuletzt gleich seyn mufs mit der der Luft. Man mufs also in der Gleichung (2), t unendlich setzen, wodurch man findet $\alpha_\infty = m$. Diefs ist wirklich der Fall, wenn $P=m$ ist. Die veränderliche Temperatur α ist folglich: $m+Qe^{-\varrho t}$. Beobachtet man also zwei auf einander folgende Temperaturen, so kann man dadurch den Exponentialcoëfficienten ϱ bestimmen. Man hat: $\alpha_0 = m+Q$ und $\alpha_\vartheta = m+Qe^{-\varrho\vartheta}$, und wenn man für Q seinen Werth $\alpha_0 - m$ setzt:

$\alpha_\vartheta = m+(\alpha_0 - m)e^{-\varrho\vartheta}$ oder $\alpha_\vartheta - m = (\alpha_0 - m)e^{-\vartheta\varrho}$

also:

$$\varrho = \frac{1}{\vartheta}\Big[log(\alpha_\vartheta - m) - log(\alpha_0 - m)\Big].$$

Es reicht also hin, dafs man α_0 α_ϑ beobachte und die Differenz zwischen den gemeinen Logarithmen von $\alpha_0 - m$ und $\alpha_\vartheta - m$ durch die Zwischenzeit ϑ dividire; der Quotient ist proportional dem Werthe von ϱ, welcher ist:

$$\frac{Hs}{c} + \frac{hb}{c}$$

Digitized by Google

Uebrigens ist der Gebrauch des hier beschriebenen Contactthermometers unvermeidlich Veränderungen unterworfen, welche ohne Zweifel merkliche Unterschiede zwischen der Theorie und Beobachtung herbeiführen. So behält die Unterlage nicht eine ganz unveränderliche Temperatur, und die im Gefäfse eingeschlossene, erkaltende Masse befindet sich nicht genau in dem Zustand, welchen die Theorie voraussetzt. Diese Ursachen und andere, deren Erwähnung hier überflüssig seyn würde, scheinen mir in den Resultaten Unterschiede herbeizuführen, die den aufmerksamsten Beobachtungen entgehen würden. Die genäherten Werthe, welche der Gebrauch dieses Instrumentes liefert, reichen jedoch hin, um die verschiedenen dünnen Platten oder Hüllen, die man vergleichen will, nach ihrem Leitvermögen zu ordnen, und diefs ist der Hauptzweck dieser Untersuchungen. Auch wird hier vor allem die Leichtigkeit und die Vervielfältigung der Beobachtungen beabsichtigt. Man nehme daher für die erste Temperatur $(\alpha_0 - m)$ einen gemeinschaftlichen Werth, z. B. 40 Centesimalgrade, und für ϑ eine fixe Dauer, z. B. zehn Minuten, und beobachte die Temperatur $(\alpha_\vartheta - m)$, welche das Thermometer nach Verlauf dieser zehn Minuten zeigt. Diese Werthe von $(\alpha_\vartheta - m)$, welche nach der Natur der Substanzen, welche die Wärme durchdringt, verschieden sind, lehren direct und ohne Rechnung die Reihe der specifischen Leitungsfähigkeiten kennen.

Es ist klar, dafs die Dicke der zwischengelegten Platte auf die zu beobachtende Temperatur einwirkt, und dafs man also diese Dicke nach den von mir in der Einleitung zu meiner »*Théorie de la chaleur*« entwickelten Grundsätze in Rechnung ziehen mufs. Hier beobachtet man aber nur die gesammte und zusammengesetzte Wirkung, nämlich die Wärmemenge, die, nach Durchdringung der zwischenliegenden Flächen, vom Quecksilber in die Unterlage übergehn.

Digitized by

Wenn man das Blättchen, welches man zuerst untersucht hat, durch einen dünnen Körper von anderer Natur ersetzt, und man nun von Neuem das einer gegebenen Zeit entsprechende Sinken der Temperatur beobachtet, so findet man, dafs dieses Sinken sich auf eine sehr beträchtliche Weise verändert hat, wie gering auch der Unterschied zwischen beiden Blättchen seyn mag. Man braucht z. B. der ersten Platte nur ein einzelnes Blättchen von dem dünnsten Papier hinzuzufügen, um sogleich einen merklichen Unterschied in dem Sinken der Temperatur zu erhalten. Der geringste Unterschied in der Beschaffenheit des zwischengelegten dünnen Körpers zeigt sich durch eine Aenderung in dem Sinken der Temperatur, und diese Aenderung ist um so mehr also sehr beträchtlich, wenn die Natur der Materie sehr verschieden wird. Wenn man z. B. Leinwand gegen Flanell oder Tuch verwechselt, oder statt eines dünnen Tuches ein sehr dickes nimmt, so sind diese Unterschiede leicht vorherzusehen und sogar durch das blofse Zeugnifs unserer Sinne erkennbar; allein das Instrument dient dazu, sie merklicher zu machen, sie zu messen, und was sehr wichtig ist, es giebt uns Anzeigen, die beständig sind, und sich bei Anstellung derselben Versuche immer in gleicher Weise wiederholen.

Man mufs bemerken, dafs diese Beständigkeit der Resultate wesentlich davon abhängt, wie vollkommen, mittelst des Drucks der Quecksilbermasse auf die darunter befindliche dünne und biegsame Haut, die Berührung geschieht *). Diese Bedingung, welche eine der hauptsächlichsten Schwierigkeiten bei der Construction dieses neuen Instruments ausmacht, ist durchaus nothwendig, da-

*) Zur Anstellung genauer Versuche über das Leitvermögen starrer Platten ist es daher gut, diese nicht auf eine Unterlage von Marmor, die nur einen unvollkommnen Contact gewährt, sondern auf ein Quecksilber-Kissen zu legen, dem ähnlich, welches bei Beschreibung des zweiten Apparats angeführt wird.

Digitized by Google

damit die Angaben desselben regelmäfsig auch auf eine grofse Zahl von Körpern anwendbar werden; ohne sie würde man die verschiedenen Substanzen nicht mit einander vergleichen können, wenigstens wenn man ihnen nicht vorher eine hinreichend ebene und glatte Fläche giebt, damit die Berührung des Instruments in einer grofsen Zahl von Punkten statt findet.

Ich habe so eben gezeigt, wie der Gebrauch des neuen Contactthermometers eine genäherte Messung von dem specifischen Leitvermögen giebt. Bei diesen Versuchen mufs die Substanz, welche man untersuchen will, in dünnen Blättchen angewandt werden, damit der Einflufs ihrer specifischen Wärme auf den Gang der Erkaltung vermieden sey.

Dasselbe Instrument dient auch zur Anzeige der Wärme im Contact eines Körpers, und mifst gewissermafsen die Empfindung von Wärme und Kälte, welche dieser Contact hervorruft. Zu Versuchen dieser Art braucht man nur das Instrument, wie ich angegeben habe, zu erwärmen, und es alsdann auf eine dicke Masse von der zu untersuchenden Substanz zu legen. Man bemerkt hierauf, um wie viel Grade die Temperatur innerhalb einer gegebenen Zeit, z. B. innerhalb fünf Minuten, sinkt.

Diese Gebrauchsart des Thermometers führt zu merkwürdigen Resultaten. Die Unterschiede in dem Sinken der Temperatur sind bei verschiedenen Körpern sehr grofs.

Ich setzte z. B. das erwärmte Thermometer auf eine Eisenmasse von 8°, und darauf auf eine Sandsteinmasse von derselben Temperatur. Der Unterschied zwischen dem Erkalten in beiden Fällen betrug ungefähr fünf Grad innerhalb einer Secunde. Der Unterschied ist noch merklicher, wenn man das Eisen mit einem Ziegelstein, oder gar mit Holz vergleicht.

Diese Versuche sind ungemein leicht; denn es brauchen die Massen, auf welche man das Thermometer stellt, nur gleiche Temperatur zu haben. Indefs ist der Vor-

gang bei dieser Gattung von Versuchen sehr verwickelt, und um ihn genau auszudrücken, mufs man auf alle, ihn abändernden Umstände Acht geben. Behandelt man jedoch auf diese Weise Körper, deren specifische Wärme bekannt ist, so kann man sich von dem ihnen zugehörigen Leitvermögen eine ziemlich richtige Idee machen.

Der Gebrauch des Contactthermometers giebt, im Allgemeinen, nur genäherte Werthe vom Leitvermögen; aber für eine grofse Zahl von Körpern, wie z. B. für Ziegel, Steine, Holz, Zeuge u. s. w., sind diese Messungen auch ganz hinreichend.

Wir haben gesagt, dafs man zur Messung des Leitvermögens noch ein anderes Instrument gebrauchen kann. Die Versuche mit demselben machen die Vorgänge noch merklicher, aber sie erfordern auch mehr Sorgfalt. Sie bestehen nicht, wie die vorhergehenden, in einem Beobachten der successiven Erkaltung eines zuvor erwärmten Körpers, sondern darin, dafs man die endliche und feste Temperatur beobachtet, welche die Wärme beim Durchgange durch verschiedene Körper erzeugt. Ich habe mir vorgenommen, aus diesem Endzustand das Maafs für die specifischen Leitungsfähigkeiten abzuleiten. In der Anstellung dieser Versuche bin ich durch den geschickten Physiker, Hrn. Colladon, unterstützt, welcher nicht blofs die Verfertigung des Instruments geleitet, sondern auch eine besondere, ihm alleinig angehörige Einrichtung demselben hinzugefügt hat. Diese Einrichtung besteht in der Zwischenlegung eines Quecksilber-Kissens, welches den Contact der Unterlage mit allen Punkten der Hülle bedingt.

Diese Art, einen endlichen Gleichgewichtszustand zu bilden, hat den Vorzug, dafs man Resultate erhält, die unabhängig sind von der specifischen Wärme der zwischengelegten Substanzen. Man bringt diese Substanz oder Hülle zwischen die beiden Gefäfse, von denen das untere *A* (Fig. 11. Taf. IV.) beständig in der Temperatur

Digitized by Google

100° C., und das obere, auf die Substanz gesetzte, *B* in der Temperatur des schmelzenden Eises erhalten wird.

Von dem Leitvermögen der Substanz hängt die Wärmemenge ab, welche von dem Gefäfse *A* in das Gefäfs *B* übergeht. Am Boden des oberen Gefäfses *B* befindet sich ein sehr empfindliches Lufthermometer, welches die erzeugte Wirkung mifst. Diese Luft, welche sich erhitzt, ist in dem Metallgefäfse *ccc'c'* enthalten, deren unterer Theil mit dem auf 100° erwärmten Quecksilber-Kissen in Berührung steht, während der obere das schmelzende Eis berührt *).

Die in dem Gefäfse enthaltene Luft, welche so einerseits der Wirkung des Eises und andererseits der eines bis 100° C. erhitzten Körpers ausgesetzt ist, erlangt eine mittlere und feste Temperatur. Der gefärbte Index *o* des

*) Das cubische Gefäfs *A* ist von dünnem Kupferblech, wird durch den Trichter *e* ganz mit Wasser gefüllt, und kann durch den Hahn *r* wieder geleert werden. An die Decke ist eine kreisrunde Schale *vvv* von dünnem Eisenblech gelöthet, welche mit der in dem Ringe *aa* befestigten Haut *bbb* überbunden und mit Quecksilber gefüllt ist. Das Quecksilber wird in dieſs Kissen durch den Trichter *G* und die Seitenröhre *gg* eingeführt. Eine Lampe unter *A* dient zum Erhitzen des Wassers bis zu einer bestimmten Temperatur, z. B. bis 100 oder 60°, und das Thermometer *i* dient zum Messen dieser Temperatur, die auch das Quecksilberbad besitzt.

Das mit Eis, oder noch besser mit Wasser von einer etwas höheren Temperatur, als im Zimmer, gefüllte Gefäfs *B* enthält am Boden ein Metallgefäfs *ccc'c'*, welches die Kugel des Thermoscops bildet. Die mit diesem Gefäfs verbundene gekrümmte Röhre *ttt't'* ist in dem Theile *t't'* mit einer farbigen Flüssigkeit gefüllt, und dient dazu, die Ausdehnung der Luft sichtbar zu machen.

Um einen Versuch zu machen, hebt man das obere Gefäfs *B* ab, legt auf das Quecksilber-Kissen eine Scheibe von der zu untersuchenden Substanz, und setzt nun das Gefäfs wieder an seinen vorigen Ort. Da die untere Fläche *cc* des mit Luft gefüllten Gefäfses durch die zwischengelegte Substanz von dem Kissen getrennt ist, so empfängt sie weniger Wärme, und folglich wird die Luft eine geringere Temperatur annehmen.

Digitized by

Luftthermometers steht still, wenn die Wärmemenge, welche durch die Hülle in das Thermometer tritt, genau derjenigen gleich ist, welche dieses an das schmelzende Eis abtritt. Dieses Gleichgewicht bildet sich in einigen Secunden, und dieser Endzustand ist es, den man zu beobachten hat.

Die feste, von dem Luftthermometer angezeigte Temperatur hängt offenbar von der Natur der zwischengelegten Substanz ab. Leistet dieser dünne Körper dem freien Durchgange der Wärme wenig Widerstand, so ist die Endtemperatur des Luftthermometers weit gröfser, als wenn die zwischengelegte Hülle die Wärme sehr leicht durchläfst.

Es giebt für alle Fälle eine sehr einfache Beziehung zwischen der erlangten Temperatur und dem Leitvermögen des zwischengelegten Körpers. Um diese Beziehung auszudrücken, bezeichnen wir, wie bei den früheren Beobachtungen, mit h die Wärmemenge, welche während der Zeit Eins, durch die Flächeneinheit der Hülle, aus der Masse der Unterlage in das Innere des Luftthermometers übergehen würde, wenn der Unterschied zwischen ihren Temperaturen Eins wäre; ferner mit H die Wärmemenge, welche, während der Zeiteinheit und durch die Flächeneinheit, von der oberen Fläche $c'c'$ des Luftthermometers in die darüber befindliche eisige Masse überginge, wenn der Unterschied zwischen der Temperatur der Luft und des Eises Eins wäre. Mithin sind $hb(M-\alpha)dt$ und $Hs(\alpha-N)dt$ respective die Wärmemenge, welche während des Augenblicks dt, aus der Unterlage durch das Stück b der Hülle in die Luft strömet, und die, welche aus der Luft durch das Stück s der oberen Fläche des Thermometers in das Eis übergeht. Zur gröfsern Allgemeinheit ist hiebei durch M die feste Temperatur der Unterlage bezeichnet, so wie durch N die feste Temperatur der kalten Masse, in welche die Wärme abfliefst.

Nun stellt sich das Gleichgewicht ein, wenn die von

Digitized by Google

der Unterlage mitgetheilte Wärme genau die Wärme compensirt, welche der Behälter des Thermometers an das Eis abtritt; man hat also die Gleichung $hb(M-\alpha) = Hs(\alpha - N)$ und das Verhältnifs

$$\frac{hb}{Hs} = \frac{\alpha - N}{M - \alpha}$$

Man braucht nur α zu messen, um das Verhältnifs $\frac{h}{H}$ der beiden relativen Leitvermögen h und H, d. h. der relativen Leichtigkeiten, mit welchen die Wärme von der Unterlage in den Raum des Thermometers und von diesem Raum in die umgebende Masse übergeht, kennen zu lernen. Das Verhältnifs $\frac{b}{s}$ mufs als bekannt vorausgesetzt werden; es verändert nichts, wenn man die erste Hülle, welcher der Coëfficient zukommt, durch eine andere ersetzt, welcher der Coëfficient h' entspricht. Gleiches gilt vom Coëfficienten H, welcher constant bleibt. Untersucht man verschiedene Körper mit demselben Instrumente, so wird die Temperatur α durch das Luftthermometer gemessen, welches auf verschiedene Weise construirt werden kann.

Ich gebe hier nicht die Rechnung in Bezug auf dieses Instrument, weil diese überdiefs nicht schwierige Rechnung sich nach der gewählten Construction richtet. Allemal setze ich jedoch voraus, dafs diefs Instrument möglich empfindlich gemacht sey, und dafs man die Umstände untersucht habe, die den Stand des Index bedingen.

Was die Werthe von M und N betrifft, welche wir zuvor zu 1 und 0 angenommen, so haben uns wiederholte Versuche gelehrt, dafs die Beobachtungen leichter und die Resultate beständiger werden, wenn man zwischen den Zahlen M und N einen geringeren Unterschied nimmt, z. B. $M = \frac{4}{5}$ (80° C.) und $N = \frac{3}{20}$ (15° C.) macht.

Wenn man dasselbe Verfahren hinter einander auf mehrere dünne verschiedenartige Körper anwendet, so

Digitized by Google

findet man die Resultate verschieden nach der Natur des Stoffes, den die Wärme durchdringt. Die Erfahrung zeigt, dafs diese Unterschiede sehr grofs sind. Die Hinzufügung eines einzigen Blattes Schreibpapier, selbst vom dünnsten, bringt in der Stellung des Index einen Unterschied von mehr als 20 Linien zu Wege. Fügt man dem ersten Blatte noch ein zweites von demselben Papier hinzu, so verschiebt sich der Index um mehr als 25 Linien. Diese Verschiebung, welche, wie gesagt, in einigen Secunden vor sich geht, wird sehr grofs, wenn die zwischengelegte Substanz die Wärme schwierig durchläfst; bei gewissen Substanzen beträgt sie mehr als 100 Linien.

Wir haben mit diesem und dem früheren Instrumente eine grofse Anzahl verschiedener Substanzen geprüft, z. B. alle Hauptarten von Zeugen, Häuten, Pelzwerken, so wie auch Substanzen wie Glas, verschiedene Metalle in dünnen Blättchen u. s. w., und haben specifische Resultate erhalten, je nach dem Gefüge und der Natur der untersuchten Substanz.

Wenn man die Resultate, welche man mittelst des letzten, füglich *Contact-Thermoscop* zu nennenden Instrumente erhält, mit denen vergleicht, welche das zuvor beschriebene liefert, so bemerkt man, dafs die bei dem Thermoscope so merklichen Differenzen sich gleichfalls beim Beobachten der allmähligen Erkaltung des Contactthermometers zeigen; nur werden bei dem ersten Instrumente die Unterschiede durch die Zeit gemessen, und man kann sie daher auf eine bequemere und eben so genaue Weise bestimmen, wie mittelst des zweiten Apparats; die Resultate sind weniger auffallend, aber sie sind auch beständiger, und da diefs Thermometer von ungemein einfacher Construction und leichtem Gebrauche ist, so ist es sehr zum allgemeinen Gebrauche geeignet.

Diefs Instrument kann zu einer Menge von belehrenden oder nützlichen Untersuchungen dienen. Es weist

Digitized by Google

uns Eigenschaften nach, die wir nicht im Stande sind durch den blofsen Gebrauch unserer Sinne zu entdecken. So z. B. hat es mir zur Auffindung einer Thatsache gedient, die ich lange vermuthet hatte, nämlich: dafs die Wärmemenge, welche durch mehrere auf einander geschichtete dünne Körper geht, verschieden ist nach der Ordnung dieser Schichtung. So habe ich den folgenden Versuch gemacht: Ich setzte das Contactthermometer auf die marmorne Unterlage, von der es durch zwei Tuchscheiben getrennt war; die Wärme hatte also zu durchdringen: Haut, Tuch, Tuch, Marmor. Nachdem ich das stufenweise Erkalten beobachtet hatte, legte ich eine Kupferscheibe von der Dicke eines Blatts Papier auf den Marmor, unter die Tuchscheiben. Das Erkalten des Thermometers in einer gegebenen Zeit betrug jetzt weniger, als bei dem vorhergehenden Versuch. Nun wurde das Kupferblatt zwischen die Tuchscheiben gelegt; dann war die Gröfse der Erkaltung in gleicher Zeit gerade eben so grofs, als wenn, wie beim ersten Versuch, das Kupferblatt ganz fehlte.

Nun legte ich die Kupferscheibe auf die unmittelbar unter der Haut des Contactthermometers befindliche Tuchscheibe, so dafs also die Wärme die Hüllen in folgender Ordnung: Haut, Kupferblech, Tuch, Tuch, Marmor, durchdringen mufste. In diesem Fall war das Sinken des Thermometers beträchtlicher, als ohne Kupferscheibe. Mithin hatte die Zwischensetzung dieses Kupferblättchens den Uebergang der Wärme von der Haut in das Tuch erleichtert, und den Uebergang von dem Tuch in den Marmor verringert. So sind die Wirkungen während der ersten 10 Minuten; man mufs nur die Resultate mit einander vergleichen, die einem gleichen Zeitintervalle entsprechen.

Nachdem ich diese neuen Versuche über die Leitungsfähigkeit dünner Körper beigebracht habe, will ich

Digitized by Google

noch eine theoretische Bemerkung über die Beobachtungen machen, die zur Messung dieser Eigenschaft der Körper dienen können.

Wenn die Substanzen, welche man untersuchen will, das Leitvermögen in einem ziemlich hohen Grade besitzen, wie die Metalle, so bestimmt man es durch Beobachtung der festen Temperaturen einer prismatischen Stange, deren eines Ende in einer nahe constanten Temperatur erhalten wird. Die Erfahrung hat gezeigt, dafs dieser Endzustand mit demjenigen übereinkommt, welchen die Theorie angiebt. Die beobachteten Temperaturen bilden in der That eine recurrente Reihe, aus der man den numerischen Werth des Leitvermögens ableiten kann. Denselben Ausdruck darf man aber nicht auf Körper, wie Marmor, anwenden, deren Leitvermögen sehr schwach ist, selbst nicht auf diejenigen Metalle, welche die Wärme schwierig durchlassen.

Die Erklärung dieser Verschiedenheit ist folgende. In einem Körper von schwachem Leitvermögen erlangen und behalten die Theilchen, welche in einem und demselben auf der Axe des Prisma's senkrechten Querschnitt liegen, feste und ungleiche Temperaturen, die von der Axe gegen die Aufsenfläche hin rasch abnehmen. In Substanzen aber, deren Leitvermögen gröfser ist, wie z. B. Gold, Silber, Platin, Kupfer, nehmen alle Punkte eines und desselben auf der Axe senkrechten Querschnitts beinah eine gleiche Temperatur an. Dieſs ist leicht einzusehen, und könnte als bekannt vorausgesetzt werden; allein die analytische Theorie erklärt es auch auf die deutlichste Weise, wie man aus dem allgemeinen Ausdruck ersehen kann, den ich anderswo von der gleichförmigen Bewegung der Wärme in einem rectangulären Prisma von beliebiger Dicke gegeben habe; dieselbe Lösung lehrt nämlich, dafs wenn das Leitvermögen sehr schwach, oder die Dicke der Stange sehr grofs ist, die verschiedenen Punkte eines und desselben senkrechten Querschnitts sehr verschiedene

Digitized by Google

Temperaturen haben. In diesem Falle enthält der Ausdruck für die Temperatur nicht blofs den Abstand von dem Ausgangspunkt, sondern auch die Coordinaten von jedem Punkt des Querschnitts.

Zur Bestimmung des specifischen Leitvermögens solcher Körper, die diese Eigenschaft nur in einem schwachen Grade besitzen, mufs man also von dieser, auf Seite 406. der »*Théorie de la chaleur*« angeführten Formel Gebrauch machen. Die in diesem Werke niedergelegten theoretischen Resultate zeigen, dafs bei einem ziemlich grofsen Leitvermögen die beobachteten Temperaturen wie die Glieder einer recurrenten Reihe abnehmen. Wenn aber, bei Körpern von sehr schwachem Leitvermögen, der Versuch Werthe liefert, die durch eine geometrische Reihe ausgedrückt werden, so stimmt die Beobachtung nicht mit der Theorie überein *). In diesem Fall ist der Ausdruck von der Art, dafs man die subordinirten Glieder nicht vernachlässigen darf. Uebrigens sind für denselben Fall die beobachteten Temperaturen zu gering, als dafs man daraus den Werth des Leitvermögens mit Sicherheit herleiten könnte. Die Verfahrungsarten, welche eine genaue Theorie, bei einem Körper von schwachem Leitvermögen, als am geeignetsten zur Messung dieser Fähigkeit nachweist, weichen sehr von denen ab, welche bei metallischen Substanzen zulässig sind; sie bestehen darin, dafs man entweder die gleichförmige oder die veränderliche Bewegung der Wärme in Gefäfsen beobachtet, die aus verschiedenen Substanzen von verschiedener Dicke gemacht sind.

*) Hienach dürften dann wohl einige der von Hrn. Despretz angegebenen Resultate (dies. Ann. vorig. Bd. S. 282.) als nicht völlig genau zu betrachten seyn. *P.*

Digitized by Google

XIV. *Ueber den Hagel und die Hagelableiter; von Hrn. Arago.*

(Aus dem *Annuaire pour l'an* 1828, *p.* 180. Obgleich zunächst für Frankreich und für ein gröfseres Publicum geschrieben, dürfte dieser Aufsatz dennoch nicht ohne Interesse für die Leser der Annalen seyn.)

I. Vom Hagel.

Der Hagel ist seit Kurzem der Gegenstand so vieler Aufsätze gewesen, und die gegen ihn vorgeschlagenen Schutzmittel haben so lebhafte Verhandlungen herbeigeführt, dafs es mir nützlich scheint, die Beobachtungen und Theorien, zu welchen dieses Meteor Veranlassung gegeben, einer unpartheiischen Darstellung zu unterwerfen. Der Leser wird hernach selbst ersehen, was man von dem Gebrauche der Hagelableiter, mit denen gegenwärtig eine so grofse Zahl von Ländereien bedeckt ist, vernünftigerweise erwarten kann.

Beobachtungen über die Gestalt und Gröfse des Hagels, über die ihn begleitenden Umstände u. s. w.

Im südlichen Frankreich, in Italien, Spanien und ähnlich gelegenen Ländern bildet sich der Hagel am häufigsten im Frühling und im Sommer, zu den heifsesten Stunden des Tages. In Europa fällt er fast beständig am Tage. Ich sage *fast:* denn keinesweges fällt er so selten in der Nacht, wie man angegeben hat. Derjenige, welcher im August 1787 die Umgegend des Comer Sees auf eine Erstreckung von 30 Meilen Länge und 20 Meilen Breite verwüstete, fing gerade in der Mitternacht an. Auch könnte ich, und ebenfalls aus Italien, noch den nicht weniger verheerenden Hagel vom August 1778 anführen, welcher um dieselbe Stunde fiel, so wie den vom Juli 1806, welcher erst bei Tagesanbruch begann.

Gewöhnlich geht der Hagel dem Gewitterregen voran; zuweilen begleitet er denselben; aber niemals oder sehr

Digitized by Google

selten folgt er auf ihn, vor allen wenn dieser Regen etwas anhaltend gewesen ist.

Die Hagelwolken scheinen eine grofse Dicke zu haben, und unterscheiden sich von andern Gewitterwolken durch einen sehr merkwürdigen aschgrauen Farbenton. An den Rändern sind sie vielfach zerzaufst, und auf der Oberfläche zeigen sich hie und da sehr grofse unregelmäfsige Auswüchse, so dafs sie geschwollen zu seyn scheinen.

Diese Wolken schweben gewöhnlich in geringer Höhe. Um diefs einzusehen, erwäge man, dafs der Hagel selten ohne Donner fällt; es ist also die Annahme natürlich, dafs beide Meteore sich in gleichem Abstande von der Erde bilden. Nun verflieſst, bei den mit Hagel begleiteten Gewittern, oft nicht mehr als eine oder zwei Secunden zwischen dem Erscheinen des Blitzes und der Ankunft des Donners, und diefs giebt, nach der bekannten Geschwindigkeit des Schalls, eine Entfernung von 3 bis 700 Meter. Um diefs vollends zu erweisen, mufs noch gesagt werden, dafs man mehr als einmal gesehen hat, wie Wolken, aus denen sich einige Minuten hernach der Hagel in Strömen ergofs, gleich einem dichten Schleier die ganze Ausdehnung eines Thales bedeckten, während die benachbarten Hügel sich eines heiteren Himmels und warmen Wetters erfreuten.

Man braucht den Gang eines atmosphärischen Elektrometers beim Heraufziehen eines Hagelwetters nur einige Augenblicke zu beobachten, um zu finden, dafs die Elektricität sich hiebei sehr oft verändert, nicht blofs hinsichtlich der Stärke, sondern auch hinsichtlich ihrer Natur. Es ist unter diesen Umständen nichts Seltenes, dafs sie 10 bis 12 Mal in einer Minute abwechselnd vom Positiven in's Negative und vom Negativen in's Positive übergeht.

Zuweilen hört man *vor* dem Hagelfall ein Geräusch, ein eigenthümliches Rasseln, das sich am besten mit dem vergleichen läfst, welches beim Ausschütten eines Sacks

Digitized by

voll Nüsse entsteht. Die meisten Meteorologen glauben, dafs die Hagelkörner, durch den Wind getrieben, in den Wolken fortwährend an einander stofsen, und leiten davon das Brausen ab, welches diesem Meteore vorangeht. Andere meinen, dafs die Hagelkörner stark und entgegengesetzt elektrisch sind, und betrachten daher jenes Rasseln als das Resultat von tausend und aber tausendmal wiederholten kleinen elektrischen Entladungen.

Der Hagel nimmt ziemlich verschiedenartige Gestalten an, aber die Körner eines und desselben Schauers zeigen fast ähnliche Formen.

Die Beobachter haben frühzeitig bemerkt, dafs sich in der Mitte der Hagelkörner fast immer ein kleiner Flokken von schwammigem Schnee befindet. Nur dieser, welcher selten fehlt, ist undurchsichtig; die concentrischen Schichten dagegen, von welchen er umgeben ist, haben ganz die Durchsichtigkeit des gewöhnlichen Eises. Es ist also die Annahme erlaubt, dafs, was sehr wichtig ist, der Kern und die Rinde umher bei dem Hagel sich nicht auf gleiche Weise gebildet haben. Zuweilen fallen auch grofse Schlofsen mit einem schneeigen Kern, welche aus concentrischen, abwechselnd durchsichtigen und undurchsichtigen Schichten bestehen.

Der kleine, weiche Hagel, der nur in gewissen Jahreszeiten fällt, und auf der Oberfläche wie mit Mehl bestreut erscheint, führt den Namen Graupelhagel. Er steht zwischen dem eigentlichen Hagel und dem Schnee in der Mitte. Die Graupeln zeigen sich nur bei vorübergehenden und nicht sehr starken Gewittern; sie fallen, wenigstens in den mittäglichen Gegenden, niemals im Sommer.

Es giebt eine dritte Art von Hagel, welche niemals den Schneeflocken in der Mitte zeigt; die Körner desselben sind immer eben so klein, wie die des Graupelhagels, aber sie unterscheiden sich von diesem durch ihre Durchsichtigkeit. Die Physiker haben angenommen, dafs dieser, ganz eigenthümliche Hagel aus Regentropfen erzeugt

Digitized by Google

werde, die beim Herabfallen aus einer Wolke *gefrieren*, indem sie dabei weiter unten eine andere und merklich kältere Wolke durchschneiden. Die Seltenheit der Umstände, welche eine so abweichende Temperaturvertheilung in den Wolken verschiedener Höhe herbeizuführen vermögen, erklärt, weshalb diese Gattung von Hagel so wenig beobachtet worden ist.

Um den Werth der über die Bildung des Hagels aufgestellten Erklärungen zu entscheiden, ist es durchaus nöthig, dafs man nachsehe, ein wie grofses Gewicht der Hagel allenfalls erreichen könne. In dem folgenden Verzeichnifs habe ich nur die Beobachtungen angeführt, deren Genauigkeit durch einen bekannten Physiker verbürgt ist.

Am 29. April 1697 fielen, nach dem Berichte von Halley, in Flintshire, in Wales, Hagelkörner, die fünf Unzen wogen.

Am 4. Mai desselben Jahrs mafs Robert Taylor zu Hitchin in Hartfordshire Körner, die 14 Zoll im Umfang hatten, also 4 Z. im Durchmesser gehabt haben würden.

Parent, Mitglied der Academie der Wissenschaften, berichtet, dafs am 15. Mai 1703 zu le Perche Hagel von Faustgröfse gefallen sey.

Am 11. Jul. 1753 las Montignot zu Toul Schlofsen auf, die die Form unregelmäfsiger Polyeder und einen Durchmesser von drei Zoll besafsen. Diese grofsen Körner bestanden aus einer Vereinigung von mehreren kleineren, die vor dem Falle auf die Erde zusammengebacken waren.

Bei dem Gewitter, das am 7. Juli 1769 um 6 Uhr Abends mit Westwind über Paris einbrach, sammelte Adanson in der ersten halben Stunde Hagelkörner, welche die Gestalt sechsflächiger, sehr stumpfer Pyramiden von sechs Linien in der Länge und drei in der Breite besafsen. Als hierauf der Wind nach Nord-Ost umsprang, nahmen die Körner die Gestalt von plan-convexen Linsen an, die 9 Lin. im Durchmesser hatten. Sie waren so durch-

Digitized by

sichtig und regelmäfsig gebildet, dafs sie beim Hindurchsehen die Gegenstände ohne Verzerrung vergröfserten.

Bei dem schon erwähnten Gewitter, welches sich über der Stadt Como und deren Umgegend in der Nacht vom 19. und 20. August 1787 entlud, fielen Schlofsen wie Hühnereier. Man sammelte sehr viele, die mehr als neun Unzen wogen. Diese Zahlen habe ich von Volta selbst entlehnt.

Hr. Delcros, Ingenieur-Geograph, berichtet, dafs er oft pyramidale, von der Mitte nach dem Umfange strahlige Schlofsen mit krummflächiger Basis gesehn habe, welche Bruchstücke von sphärischen Hagelmassen zu seyn schienen. Am 4. Juli 1819, bei einem nächtlichen Gewitter, welches einen grofsen Theil des westlichen Frankreichs verwüstete, fand Hr. Delcros zum ersten Male mehrere ganze Schlofsen dieser Art. Man bemerkte in ihnen einen sphärischen, weifsen, etwas matten Kern, der Spuren von concentrischen Schichten zeigte, dann eine Hülle von dichtem Eise, die mit der Mitte zum Umfange strahlig war, und auswendig von zwölf grofsen Pyramiden, zwischen denen kleinere standen, besetzt war. Das Ganze bildete eine sphärische Masse von beinahe neun Centimeter im Durchmesser *).

Ich glaube nicht, dafs jemals irgendwo ein Hagelwetter vorgekommen ist, welches in seinen Wirkungen zerstörender und durch die begleitenden Umstände merkwürdiger gewesen wäre, als dasjenige, von welchem Hr. Tessier im Jahre 1790 eine Beschreibung herausgegeben hat.

Diefs Gewitter begann im südlichen Frankreich frühmorgens am 13. Juli 1788, ging in wenigen Stunden über das ganze Königreich, und erstreckte sich selbst bis nach Holland. Die vom Hagel getroffenen Orte bildeten *zwei parallele*, von Südwest nach Nordost gerichtete Zonen.

*) Eine nähere Beschreibung und Abbildung dieser Hagelmassen findet man im Bd. 68. dieser Annalen. *P.*

Digitized by Google

Die eine dieser Zonen besafs eine Länge von 175 Lieues, die andere von ungefähr 200. Die mittlere Breite der westlichen Hagelzone betrug vier Lieues, die der andern nur zwei. Auf den Raum zwischen beiden Zonen, der im Mittel fünf Lieues breit war, fiel kein Hagel, dagegen ein sehr starker Regen. Auch ostwärts von der östlichen, so wie westwärts von der westlichen Hagelzone, regnete es stark. Ueberall ging dem Hagelfall eine dicke Finsternifs voraus, und diese erstreckte sich selbst bis weit von den behagelten Gegenden.

Durch Vergleichung der Zeit, zu welcher es an den verschiedenen Orten gehagelt hatte, fand sich, dafs das Gewitter von Süden nach Norden 16½ Lieues in einer Stunde zurückgelegt haben mufste, und dafs diese Geschwindigkeit in beiden Zonen genau dieselbe gewesen war.

Auf der westlichen Zone hagelte es: in Touraine, bei Loches um 6½ Uhr Morgens, bei Chartres um 7½ Uhr, zu Rambouillet um 8 Uhr, zu Pontoise um 8½ Uhr, zu Clermont in Beauvoisis um 9 Uhr, zu Douai um 11 Uhr, zu Courtray um 12½ Uhr, und zu Vliessingen um 1½ Uhr.

Auf der östlichen Zone erreichte das Gewitter: Artenay, bei Orleans um 7½ Uhr Morgens, Andonville in Beauce um 8 Uhr, die Vorstadt Saint-Antoine von Paris um 8½ Uhr, Crespy in Valois um 9½ Uhr, Câteau-Cambrésis um 11 Uhr, und Utrecht um 2½ Uhr.

An jedem Orte hagelte es nur 7 bis 8 Minuten lang. Die Schlofsen waren nicht alle von gleicher Form; einige waren rund, andere aber länglich und mit Spitzen besetzt. Die gröfsten wogen ein halbes Pfund. Der durch dieses Hagelwetter verursachte Schaden belief sich, allein in Frankreich, wo es in 1039 Kirchspielen gehagelt hatte, nach amtlicher Schätzung, auf 24 962 000 Franken.

Digitized by Google

Theorie vom Hagel.

Der Physiker, welcher das Phänomen des Hagels erklären will, mufs untersuchen: wie die die ersten Kerne bildende Kälte entsteht, auf welche Weise die Körner wachsen; durch welche Kraft oft ganze Stunden hindurch Eismassen von 3 bis 4 Unzen, ja selbst von einem halben Pfunde an Gewicht, in der Luft schwebend erhalten werden, weshalb die atmosphärische Elektricität so stark ist, und warum sie, wenn Hagelwolken den Himmel bedecken, so oft vom Positiven in's Negative übergeht und umgekehrt. Diefs ist die Reihe von Aufgaben, mit deren Lösung sich der berühmte Volta in seiner Theorie beschäftigt hat, von welcher ich jetzt die Hauptzüge wiederzugeben beabsichtige.

Entstehung der Kerne. Wie gesagt fällt der Hagel gewöhnlich im Sommer und selbst zu den heifsesten Stunden des Tages. Die Wolken, aus denen er hervorbricht, schweben zu dieser Zeit immer weit unterhalb der, nach Klima und Jahreszeit veränderlichen, Höhe, von welcher ab in der Atmosphäre eine unter Null liegende Temperatur herrscht. Damit diese Wolken gefrieren können, müssen sie also einer besonderen Ursache zur Erkaltung unterworfen seyn. Guyton Morveau, Volta und mehrere Andere, haben geglaubt, dafs man diese Ursache in der Verdunstung suchen müsse.

Eine flüssige Schicht kann nicht in Dampfform übergehen, ohne nicht den Körpern umher einen Theil ihrer Wärme zu entziehen, d. h. ohne nicht sie zu erkälten. Je beträchtlicher die Verdampfung, desto gröfser ist auch die durch sie hervorgerufene Kälte.

Die Wolken bestehen aus sehr kleinen hohlen Bläschen, deren Hülle flüssig ist. Die Myriaden dieser Hüllen, welche die Oberfläche einer Wolke bilden, sind in der Mitte des Sommers um die Mittagszeit einer starken Verdunstung ausgesetzt, erstlich, weil die auffallenden Sonnenstrahlen viele Stärke besitzen, und zweitens, weil

Digitized by Google

weil die Wolken in sehr trocknen Luftschichten schweben. Auch tragen, nach Volta, noch andere Umstände dazu bei, die Verdunstung der Wolken zu verstärken und zu beschleunigen. Nach ihm lassen sich die Dunstbläschen als eine Uebergangsstufe zur Bildung des elastischen Dampfes betrachten, und die Menge des Dampfes dieser Art, welche die Sonnenstrahlen beim Bescheinen einer Wolke entwickeln, wird, für eine gegebene Zeit, immer gröfser seyn, als die, welche eine gleiche Wärmemenge aus einer eigentlich flüssigen Fläche entwickeln würde. Endlich mufs noch hinzugesetzt werden, dafs ohne Zweifel auch die Elektricität hier eine wichtige Rolle spielt, denn alle Wolken sind mit ihr beladen, und wiederholte Versuche haben gezeigt, dafs, unter gleichen Umständen, die Verdampfung einer elektrisirten Flüssigkeit stärker ist, als die einer nicht elektrisirten.

Durch diese Betrachtungen glaubt Volta erklärt zu haben, wie, eine der paradoxesten Erscheinungen in der Meteorologie, mitten im August, zu den heifsesten Stunden des Tages, und zwischen Luftschichten von einer weit höheren Temperatur als Null, die kleinen Eiskerne gebildet werden. Diese Embryonen, welche die Kerne der eigentlichen Hagelkörner werden, entstehen also aus einer starken Verdampfung, hervorgerufen durch die grofse Macht der Sonnenstrahlen, durch die ungemeine Trockenheit der dortigen Luft und durch den starken elektrischen Zustand der Dunstkügelchen.

Ausbildung der Hagelkörner. Nachdem man angenommen hat, dafs die ersten Embryonen des Hagels eine Folge der Kälte seyen, welche die Wolken bei rascher Verdunstung ihrer oberen Schichten in der Sonnenhitze erleiden, so bleibt noch zu finden, wie sie sich vergröfsern.

Bis zum Erscheinen der Abhandlungen von Volta begnügten sich die Physiker mit der Annahme, dafs die Hagelkörner bei ihrem Falle durch die Atmosphäre alle von ihnen berührten Wassertheilchen zum Gefrieren brächt-

Digitized by G

ten, und dafs die concentrischen Schichten, welche sie auf diese Weise an sich rissen, hinreichend wären, um ihnen die aufserordentliche Gröfse zu ertheilen, wovon zuvor mehrere Beispiele angeführt wurden. Allein die Gewitterwolken gehen fast immer sehr niedrig, und gewifs braucht der Hagel, der aus ihnen hervorkommt, nicht mehr als eine Minute, um den Boden zu erreichen. Unmöglich läfst sich aber annehmen, dafs der anfängliche Kern, den ich so grofs als ein Weizenkorn annehmen will, in so geringer Zeit sich mit einer solchen Menge von Hüllen bekleide, dafs er das Volumen eines Hühnereies erlangt, wie feucht auch übrigens die Luft seyn möge. Volta hat daher geglaubt, nothwendig annehmen zu müssen, dafs der schon gebildete Hagel noch in dem Raume schwebend bleibe, und nicht blofs fünf, zehn oder funfzehn Minuten, sondern selbst ganze Stunden hindurch. Und darin besteht der neueste und sinnreichste Theil seiner Theorie. Er gestand übrigens selbst, dafs er durch einen, in den älteren französischen Lehrbüchern der Physik unter dem Namen *danse des pantins*, beschriebenen Versuch auf dieselbe geleitet sey. Dieser Versuch ist folgender.

Zwei Metallscheiben werden horizontal über einander angebracht. Die obere hängt mittelst eines Hakens am Conductor einer Elektrisirmaschine, die untere dagegen steht mit dem Boden in Berührung, entweder unmittelbar oder mittelst einer Kette. Auf dieser Scheibe liegt eine gewisse Anzahl Hollundermark-Kügelchen. Sobald man nun die Scheibe der Maschine dreht, sieht man alle Kugeln von der untern Platte gegen die obere springen, schnell wieder herabfallen, um bald abermals wieder zu steigen. Die Bewegung dauert so lange, als die obere Platte merklich elektrisirt bleibt. Die Ursache dieser Oscillationen ist leicht zu entdecken.

Sobald der Conductor der Maschine geladen ist, theilt sich seine Elektricität mittelst des Hakens der oberen

Digitized by Google

Scheibe mit. Jeder elektrisirte Körper zieht bekanntlich die nicht elektrisirten Körper an. Die leichten Hollunderkügelchen befinden sich im letzteren Fall; sie müssen also, wenn die obere Scheibe stark genug elektrisirt ist, von derselben gehoben werden und sie berühren. Sobald die Berührung geschehen ist, theilt die Scheibe einen Theil ihrer Elektricität den Kügelchen mit. Weil aber zwei gleichnamig elektrisirte Körper sich abstofsen, so bleiben die Kügelchen nur einen Augenblick an der obern Scheibe hangen, und vermöge der Repulsion dieser Scheibe und ihres eigenen Gewichtes fallen sie bald wieder hinab. Bei Ankunft auf der untern Scheibe entladen sie sich der Elektricität, welche sie am Ende der aufsteigenden Oscillation erlangt hatten, und da sie hiedurch in den anfänglichen Zustand zurückgehen, so müssen auch alle früheren Erscheinungen von neuem auftreten.

Die oscillatorische Bewegung der Kügelchen findet gleichfalls statt, wenn die untere Scheibe, statt mit dem Boden in Verbindung zu stehen, ebenfalls und zwar ungleichnamig mit der oberen Scheibe elektrisirt ist. Sie scheint selbst rascher zu seyn, erstlich, weil bei der aufsteigenden Bewegung des elektrisirte Kügelchens die Repulsion der untern Scheibe, die dasselbe verläfst, der Attraction der oberen Scheibe zu Hülfe kommt, und dann auch, weil diese mehr Intensität besitzt.

Wenn man sehr leichte Körper, wie z. B. Flocken von Seide oder Baumwolle, Federn, Goldblättchen, Hollundermark-Kügelchen u. s. w., auf eine isolirte Metallscheibe legt, und dieser hierauf eine starke Elektricität mittheilt, so steigen sogleich alle diese Körper in die Luft bis zu einer gewissen Höhe, und bleiben darin gleichsam schwebend, machen aber dabei merkliche Oscillationen.

Denken wir uns statt der Scheiben bei diesen drei Versuchen jene schwarzen Gewitterwolken, deren ungeheure elektrische Ladung durch die Heftigkeit der unaufhörlich zu allen ihren Punkten herausfahrenden Blitze

Digitized by

hinlänglich beurkundet wird, so kann die Annahme nicht befremden, dafs die Hagelkörner, diesem mächtigen Einflusse unterworfen, genau alle die Erscheinungen darbieten werden, welche uns die Hollunderkügelchen gezeigt haben.

Ist nun eine elektrisirte Wolke da, so wird sie die Hagelkörner in einem gewissen Abstande von ihrer Oberfläche erhalten; sind deren zwei vorhanden, von denen die obere elektrisirt, die untere aber neutral ist, so werden die Hagelkörner zwischen beiden in eine Oscillationsbewegung gerathen, die nicht eher aufhört, als bis das allmählig zunehmende Gewicht der Körner deren Fall herbeiführt. Dieselbe Oscillationsbewegung erhalten die Hagelkörner gleichfalls, aber rascher, wenn sie sich zwischen zwei ungleichnamig elektrisirten Wolken befinden. Diese letzte Art, die Hagelkörner schwebend zu erhalten, ist, nach Volta, diejenige, welche die Natur anwendet. Dadurch, dafs die Schneeembryonen zwischen zwei ungleichnamig elektrisirten Wolken oscilliren, erhalten sie die erste Hülle von durchsichtigem Eis, und hält diese Bewegung lange Zeit an, so legen sich diese Schichten in solcher Zahl an, dafs die Körner jene aufserordentliche Gröfse erhalten, welche so oft den Landmann zur Verzweiflung gebracht hat.

Die Annahme des gleichzeitigen Daseyns zweier Wolkenschichten in verschiedener Höhe, kann keine Schwierigkeit gegen diese Theorie erheben; denn man sieht wirklich oft dergleichen Wolken, von Winden getrieben, sich nach verschiedenen und selbst nach entgegengesetzten Richtungen bewegen. Andere, nicht weniger merkwürdige Erscheinungen deuten ebenfalls nicht selten auf die Gegenwart mehrerer Wolkenschichten. Wer z. B. hat nicht schon, bei der Bildung eines Gewitters, die kleinen isolirten Wolken von graulicher Farbe gesehen, die, bald unbeweglich, bald anscheinend sehr bewegt, sich unter den weit gröfseren und ganz anders gefärbten Wolken aufhalten Man darf auch eben so wenig zweifeln, dafs in

Digitized by Google

einer Masse von Gewitterwolken mehrere vorhanden sind, die entgegengesetzte Elektricitäten besitzen; denn mit Hülfe eines atmosphärischen Elektrometers hat Volta selbst, innerhalb einer einzigen Minute, einen vierzehnmaligen Wechsel vom Positiven in's Negative, und umgekehrt, beobachtet. Der berühmte Physiker Italiens hat sich indefs hiemit nicht begnügt; nachdem er die Data der Beobachtungen gesammelt, hat er noch zu zeigen gesucht, wie die verschiedenen Wolkenschichten entstehen, und wie sie in die entgegengesetzt elektrischen Zustände gerathen. Seine Erklärung ist folgende.

Wenn die Sonnenstrahlen auf eine schon gebildete Wolke fallen, so erzeugen sie auf Kosten ihrer Oberfläche, wie schon gesagt, eine grofse Menge elastischen Dampfs. Diese Dämpfe sättigen zuvor die ursprünglich sehr trockne Luft, von welcher die Wolke umgeben ist; hierauf treffen sie, bei ihrer aufsteigenden Bewegung, früh oder spät auf eine Luftschicht, die so kalt ist, dafs sie auf den Zustand von Bläschendunst zurückgeführt, d. h. in eine neue Wolke verwandelt werden, die der ersten ähnlich oder nur durch die Natur ihrer Elektricität von ihr verschieden ist. Von den beiden Wolken wird die höhere, die durch Condensation entstanden ist, positive Elektricität besitzen; denn diese Elektricität wird, bei Versuchen, beständig bei der Verdichtung von Dämpfen gebildet. Die andere mufs ursprünglich ebenfalls stark positiv seyn; aber die Verdampfung hat diesen Zustand geändert, denn da die entstehenden Dämpfe immer positiv elektrisirt sind, so lassen sie deshalb den Körper, aus welchem sie sich entwickeln, mit einer gewissen Menge negativer Elektricität beladen zurück. Diese Menge wird der ursprünglichen positiven Elektricität der Wolken gleich, oder gröfser oder kleiner als sie seyn. Im ersten Falle befindet sich die Wolke, nachdem sie die Verdampfung erlitten hat, im neutralen Zustande; im zweiten wird sie negativ, und im dritten endlich wird die Elektricität ihre Natur nicht

Digitized by

verändern, sondern positiv bleiben und nur an Intensität abnehmen.

Diefs sind die Grundzüge der berühmten Hageltheorie von Volta. Die Verdampfung einer ursprünglich, durch eine andere Ursache gebildete Wolke, bewirkt die Gefrierung eines Theils der Wasserpartikel, aus welchen sie besteht, und versetzt sie oft in einen negativ elektrischen Zustand. Die aus dieser Verdampfung hervorgehenden elastischen Dämpfe steigen empor, begegnen kälteren Schichten, und werden dadurch wieder zu einer Wolke, und zwar zu einer positiven. Zwischen diesen beiden, mehr oder weniger von einander entfernten Wolkenschichten oscilliren nun die ersten Hagelembryonen, und bekleiden sich dabei allmählig mit Hüllen von dichtem, klarem Eise, bis zu dem Augenblick, wo ihr Gewicht die elektrischen Kräfte überwältigt, welche sie bis dahin schwebend gehalten hatten.

II. Von den Hagelableitern.

Die Gründe, auf welche die Vertheidiger der Hagelableiter sich stützen, sind sämmtich aus der Theorie entnommen, deren Hauptzüge ich so eben nach Volta aus einander gesetzt habe. Es mufs aber bemerkt werden, dafs diese Theorie, so sinnreich sie auch scheinen mag, doch nicht den allgemeinen Beifall der Physiker erlangt hat, dafs sie selbst in Italien von den Schülern ihres berühmten Verfassers, unter andern von Hrn. Bellani, bestritten worden ist, und dafs mehrere ihr gemachte Einwürfe unauflöslich scheinen. Diese Einwürfe hier anzugeben, wird ein Schritt zu dem Ziele seyn, welches zu erreichen ich mir in diesem Aufsatze vorgenommen habe.

Die erste Gefrierung der Wolken erfolgt, wie Volta sagt, aus der Verdampfung, welche die obere Fläche derselben unter der Wirkung der Sonnenstrahlen erleidet. Wäre diese Verdampfung derjenigen analog, welche der Wind auf der Erde hervorruft, so würde ein gewisser

Digitized by Google

Grad von Kälte eine nothwendige Folge derselben seyn. Es liegt aber etwas sehr Schwieriges in der Annahme, dafs das Sonnenlicht oder sonst eine wärmende Ursache die Verdampfung einer Flüssigkeit beschleunige, ohne diese zu erwärmen. Die Erwärmung eines Körpers kann niemals zugleich ein Mittel zu seiner Erkältung abgeben, auf welche Weise man auch die Verdampfung vermittele. Der Versuch, durch welchen man in mehreren neueren Lehrbüchern der Physik gesucht hat die Ideen von Volta zu unterstützen, ist nicht genau. Freilich ist es wahr, dafs, wenn man zwei durchaus gleiche Thermometer mit feuchter Leinwand umgiebt, und sie, das eine im Schatten, das andere im Sonnenschein, der freien Luft aussetzt, bei dem letzteren eine weit raschere Verdampfung wahrgenommen wird; allein diese ist keinesweges, wie man angegeben hat, von einer Erkaltung begleitet, vielmehr zeigt die Bewegung der Quecksilbersäule eine merkliche Zunahme der Temperatur.

Durch die Voraussetzung, dafs die ersten Hagelkeime nicht ohne die Wirkung der Sonnenstrahlen gebildet werden könnten, sahe Volta sich genöthigt zuzugeben, dafs ein Hagelkorn, welches z. B. um 3 oder 4 Uhr Morgens gefallen sey, zum wenigsten 10 bis 12 Stunden lang zwischen zwei ungleichnamig elektrisirten Wolkenschichten oscillirt habe. Ich könnte hier zeigen, bis zu welchem Punkte diese Folgerung unzulässig ist, und brauchte dazu nur die Bemerkung zu machen, dafs die elektrischen Entladungen, welche von Wolke zu Wolke geschehen, während einer so langen Zeit unzählige Mal den zur Suspension des Hagels nöthigen Gleichgewichtszustand geändert haben würden; allein ich finde, mit Hrn. Bellani, einen weit directeren Beweis von der Unzulänglichkeit der Theorie in einem Gewitter, welches im Juli 1806 *vor Sonnenaufgang anfing*, und eine ungeheure Masse Hagels fallen liefs; wozu auch noch noch gesagt werden mufs, dafs Hr. Bellani *am Abend vorher* nicht die geringste Spur

Digitized by Google

eines Gewitters am ganzen sichtbaren Horizont entdecken konnte.

Die Theorie ist also in ihrer Grundlage unrichtig. Die Schneekerne der Hagelkörner entstehen nicht durch eine von den Sonnenstrahlen erregte Verdunstung der Wolken.

Nehmen wir indessen an, die Hagelembryonen seyen auf irgend eine Weise gebildet da, und sehen nun, ob sie sich auf solche Art vergröfsern, wie Volta es sich dachte.

Der Versuch mit dem *danse des pantins*, auf welchen dieser berühmte Physiker oft zurückkommt, liefert mehr scheinbare als wahrhafte Gründe. Die elektrisirten Metallscheiben, zwischen welchen die Hollundermark-Kügelchen tanzen, können sich weder verschieben noch zertheilen. Die Theilchen dagegen, aus denen die Wolken bestehen, besitzen sowohl als Ganzes, wie einzeln genommen, eine ungemeine Beweglichkeit. Drängt sich also nicht hier die Frage auf: wie sie allein unbeweglich bleiben und den elektrischen Kräften ausweichen können, welche einer so grofsen Menge von dazwischen befindlichen Hagelkörnern eine oscillatorische Bewegung mittheilen sollen? Müssen nicht vielmehr diese Kräfte eine schleunige Vereinigung der beiden Wolkenschichten zu einer einzigen Masse herbeiführen?

Ueberdiefs erfordert der eben genannte Versuch dafs von den beiden elektrisirten Platten zum wenigstens die eine starr sey; denn, wenn man, wie Hr. Bellani gethan, statt der unteren Metallscheibe eine Schale mit Wasser nimmt, so findet der Tanz nicht mehr statt. Die Kügelchen dringen am Ende ihrer ersten niedersteigenden Oscillation ein wenig in die Flüssigkeit ein und erheben sich dann nicht mehr. Die Wolken würden offenbar dieselbe Erscheinung zeigen; sie würden die Hagelkörner nicht mehr abstofsen, nachdem sie von diesen *berührt* worden wären. Nachdem in Folge der erlangten Geschwindig-

Digitized by Google

keit, des Stofses anderer Hagelkörner u. s. w. eine Eindringung in die Bläschenmasse stattgefunden hätte, würde alle Repulsion aufhören. Die Hagelkörner, welche auf diese Art zufällig in die untere Wolkenschicht einsänken, würden von Zeit zu Zeit, einer nach dem andern, ganzer Stunden lang auf die Erde fallen, während dagegen in Wirklichkeit der Hagelfall plötzlich eintritt und niemals lange anhält.

Müfste man sich nicht wundern, dafs die von Volta den Hagelkörnern beigelegte Oscillationsbewegung, fände sie wirklich statt, noch von Niemanden bis jetzt beobachtet worden ist. Und doch hätten Reisende sich schon manchmal in der Höhe des Zwischenraums befinden müssen, wo diese Bewegung statt finden sollte. Ueberdiefs müfsten die Hagelkörner durch ihre aufsteigende Oscillation oft nach Orte geführt werden, welche sie beim Herabfallen nie erreichen konnten; man würde sie z. B. unter den Dächern der Hütten, unter hervorragenden Felsen finden müssen; aber keine Beobachtung hat bis jetzt die Aufmerksamkeit der Physiker auf diesen Gegenstand hingelenkt.

Unter den Folgerungen, welche sich aus der Volta'schen Theorie, wenn man sie als gegründet ansieht, herleiten lassen, hat Hr. Bellani eine nachgewiesen, die mir hier Erwähnung zu verdienen scheint, wenn auch nur ihrer Sonderbarkeit wegen. Wenn nämlich die über einander schwebenden Gewitterwolken eine solche Anziehungskraft besäfsen, dafs sie Eismassen von 8 bis 10 Unzen ganze Stunden hindurch in Oscillation erhalten könnten, so müfste es sich oft und selbst bei ruhigem Wetter ereignen, dafs die elektrische Action, welche zwischen einer dieser Wolken und der Erde statt findet, Staub, Sand und Steine emporhöbe, die Luft zum Athmen untauglich machte, und die Felder noch furchtbarer als selbst der Hagel verwüstete.

Ich müfste mich sehr irren, wenn alle diese Bemer-

Digitized by

kungen nicht *bewiesen*, dafs eine genügende Erklärung des Hagelphänomens noch fehlt. Worauf stützen sich aber diejenigen, welche den Gebrauch der Hagelableiter so sehr angepriesen haben? Gerade auf dieselbe Theorie, deren Unzulänglichkeit ich so eben gezeigt habe. Und ginge man der Volta'schen Theorie bis zu ihren letzten Folgerungen nach, würde man nicht finden, dafs die Hagelableiter eher schädlich als nützlich seyen?

Könnten nicht, wenn ein im Gebirge entstandenes Gewitter durch Winde in die Ebene geführt wird, gerade durch die Hagelableiter und über denselben, wenn sie wirksam wären, beträchtliche Aenderungen in der Intensität der elektrischen Kräfte entstehen, und diese dadurch unfähig werden, die Hagelkörner wie bisher durch Mittheilung aufsteigender Oscillationen in der Atmosphäre schwebend zu erhalten? Müfste der Hagel nicht vorzugsweise auf diese Ableiter fallen? Doch diese Betrachtungen haben keinen Eingang gefunden. Die Weinberge bei uns, in Savoyen, im Kanton Wallis, in einem Theil von Italien, ja selbst die Gärten innerhalb Paris, bedekken sich mit einer Menge hoher Stangen, die man mit grofsen Kosten errichten läfst. Die Klügeren setzen eine Kupferspitze auf die Stange, und verbinden sie durch einen Metalldraht mit dem feuchten Boden; andere behalten zwar die Spitze bei, lassen aber den Conductor fort; noch andere wenden, der Ersparung halber, die Stange ohne weiteres an. Ungeachtet dieser wesentlichen Verschiedenheiten hilft der Apparat überall gleich gut; niemals, behauptet man, sey ein Feld, mit diesem Schutzmittel bewaffnet, vom Hagel getroffen. Umsonst sagt man den Anhängern der unarmirten Stangen, dafs ein Baum, weil er höher als die Stange, auch viel wirksamer als sie seyn müsse, und dafs es dennoch auf die waldigsten Gegenden hagele; vergebens macht man den andern bemerklich, dafs eine Kupferspitze der Stange keine besondere Eigenschaft ertheile, sobald sie nicht durch einen

Digitized by Google

Metalldraht mit dem feuchten Boden verbunden sey; fruchtlos wendet man sich an die, welche den Apparat mit mehr Sorgfalt errichten, und setzt ihnen aus einander, dafs an der Wirksamkeit der Hagelableiter nur dann zu glauben sey, wenn sie grofse Landstriche bedeckten, und dafs es abgeschmackt sey, einen einzigen Weinberg durch einige Stangen schützen zu wollen, wenn sich in den benachbarten keine befinden, dafs es ferner oft in Städten hagele, mitten zwischen Blitzableitern und sogar auf dieselben. Alle diese Gründe werden nicht beachtet: man glaubt dennoch was man gerne wünscht.

Neuerlich sind sogar einige Agricultur-Gesellschaften aufgetreten, und haben verlangt, dafs man gleichzeitig in einer grofsen Anzahl an einander stofsender Gemeinden Versuche mit Hagelableitern anstellen solle. Die Regierung hat diesen Wunsch nicht genehmigt. Denn die Hoffnungen, welche man sich, gestützt auf einige wenige wissenschaftliche Data, auf einen glücklichen Erfolg zu machen geglaubt hat, sind zu schwach befunden worden, um die Kosten der Errichtung solcher Apparate zu rechtfertigen. Wenn übrigens Versuche dieser Art beweisend seyn sollen, müfsten sie viele Jahre hindurch fortgesetzt werden, und zwar ohne Vorurtheil. Allein die meisten der Personen, welche sich mit dieser Frage beschäftigt haben, sind gewifs nicht vorurtheilsfrei. Man könnte einen Kanton anführen, wo der Landmann nur dann zu gestehen wagt, dafs der Hagel trotz der Ableiter seine Ernte zerstört hat, wenn er gewifs ist nicht genannt zu werden. Ein so abgeschmacktes Vorurtheil kann nicht von langer Dauer seyn. Wenn es zerstreut ist, und die Thatsachen für und wider die Hagelableiter sorgfältig gesammelt sind, wird die Wissenschaft der Meteorologie vielleicht einigen Nutzen aus den jetzt unternommenen kostspieligen Versuchen ziehen. Was aber die Landleute betrifft, so kann ihnen diese Frage fast gleichgültig seyn, denn sie finden in den Assecuranzen ein weit zuverlässigeres und

Digitized by

minder kostspieliges Verwahrungsmittel gegen Hagelschaden, als in einer Menge von Stangen auf ihren Feldern. Die Agriculturgesellschaften würden sich gewifs ein neues Recht auf das Vertrauen des Publicums erwerben, wenn sie jene so nützliche Anstalten begünstigten; sie verfehlen dagegen ihren Zweck, wenn sie Schutzmittel anpreisen, deren Wirksamkeit bis jetzt durch keine einzige authentische Erfahrung bewiesen worden ist *).

*) Da die Hagelableiter bis jetzt in unsern Gegenden keinen Eingang gefunden haben, hoffentlich auch nicht finden werden, so hätte hier vielleicht der Schlufs dieser Abhandlung ohne Schaden übergangen werden können. Er ist indefs mit geringen Modificationen beibehalten, in der Voraussetzung, dafs es dennoch den Lesern interessant seyn werde, das Urtheil eines Physikers, wie Hrn. Arago, über diesen Gegenstand zu erfahren. Wie viel Aufsehen übrigens die Hagelableiter in Frankreich, dem nördlichen Italien und der Schweiz erregt haben, und welche mannigfaltige Reibungen durch sie veranlafst sind, davon zeugen theils die Menge der hierüber erschienenen Broschüren, theils die lebhaften Discussionen in der Pariser Academie, bei Gelegenheit ihrer Begutachtung mehrer aus den Provinzen an sie gesandten Aufsätze. Da mir indefs die Mittheilung dieser Verhandlungen und Schriften von keinem besondern Nutzen für das deutsche Publicum zu seyn scheint, so bemerke ich nur für diejenigen, welche dieser Gegenstand speciell interessiren sollte, dafs sich das Wesentlichste hierüber in einem Aufsatze in der *Bibliothèque universelle, T. XXXIII. p.* 45., so wie in dem *Bulletin universel, T. VI. p.* 135., *T. VII. p.* 57. und 250., befindet. Als die beste der bisher erschienenen Schriften wird die von den HH. *Saint-Martin et Lacoste* genannt: *Rapport à Mr. le Chev. Pullini de St. Antonin, Intendant général de la Savoye, sur l'essai de paragrêlage qu'il a fait exécuter dans les environs de Chambéry. Chambéry* 1823. Dafs übrigens die Hagelableiter zuerst von Hrn. Gueneau de Montbéliard im J. 1776 anempfohlen (man sehe Gilb. Ann. Bd. 24. S. 252.), und in neuerer Zeit von Hrn. Lapostolle durch seinen: *Traité de parafoudres et de paragrêles en cordes de paille etc. etc. Amiens* 1820. (welchem abgeschmackten Werke seitdem noch 4 Supplemente gefolgt sind) hauptsächlich wieder in Aufnahme gebracht sind, dürfte in geschichtlicher Hinsicht vielleicht bemerkenswerth seyn. *P.*

Digitized by Google

XV. *Neue Beobachtungen über die Temperatur im Innern der Erde.*

Die Beobachtungen, welche man in neuerer Zeit an sehr verschiedenen Orten über die Temperatur in Bergwerken angestellt hat, und durch die man wiederum auf die Annahme einer dem Erdkörper eigenthümlichen, mit der Tiefe zunehmenden Wärme geführt ist, sind den Lesern durch mehrere Aufsätze im Bd. 76. S. 390. dieser Annalen ausführlich mitgetheilt worden. Seitdem ist über diesen Gegenstand eine Abhandlung von Hrn. Cordier erschienen (*Mém. de l'acad. royal de scienc. de Paris, T. VII. p.* 473.), welche, aufser einer Zusammenstellung und Beurtheilung der früheren Beobachtungen, einige neue, von dem Verfasser beobachtete Thatsachen enthält, die, wenn gleich sie auch unsere Kenntnisse in diesem Felde nicht wesentlich erweitern, doch zur Bestätigung der bisherigen Erfahrungen einen schätzbaren Beitrag liefern, und deshalb hier noch nachgetragen zu werden verdienen.

Die Beobachtungsorte des Hrn. Cordier waren drei, sehr weit von einander gelegene Steinkohlengruben in Frankreich, nämlich: 1) die Grube zu *Carmeaux* im Departement Tarn, 13 Kilometer nördlich von Alby und etwa 250 Meter über dem Meere, 2) die Grube zu *Decise*, 13 Kilometer nördlich von der Stadt gleiches Namens und von den Ufern der Loire, im Departement Nièvre, etwa 150 Meter über dem Meere, und 3) die Grube von *Littry*, 12 Kilometer west-süd-westlich von Bayeux, im Departement Calvados, deren Eingang ungefähr 60 Meter über dem Meere liegt.

Da die mittlere Temperatur der Luft ein wesentliches Element bei diesen Untersuchungen ist, und sie für

Digitized by

die genannten Orte nicht genau bekannt war, so mafs Hr. C., um wenigstens einen genäherten Werth für dieselbe zu erhalten, an den beiden ersten Orten die Temperatur des Wassers einiger dortigen Brunnen; für Littry dagegen berechnete er sie aus den Angaben von Cotte, welcher dieselbe für Rouen auf 10°,8, für l'Aigle auf 10°,5, für Mayenne auf 11°,1 und für St. Malo auf 12°,5 festgesetzt hat, zu 11°,0, welches Resultat er jedoch für ein wenig zu hoch hält.

Bei den Beobachtungen in den Gruben wurden die Thermometer in die Steinkohlenmasse selbst gesenkt, wozu kurz zuvor eigens Bohrlöcher von der nöthigen Tiefe gebohrt worden waren. Da in den Gruben die Luft meistentheils wärmer, als das Gestein war, so bohrte man die Löcher etwas schräg, von oben nach unten, um so zu verhindern, dafs die in ihnen auf die Temperatur der Steinkohlenmasse herabgesunkene Luft nicht herausfliefse und durch wärmere wieder ersetzt werde. Die gebrauchten Thermometer waren zuvor mit denen auf der Pariser Sternwarte befindlichen verglichen worden, und um ihnen einen trägen Gang zu geben, wurden ihre Kugeln mit mehreren Lagen von Seidenpapier umwickelt und überbunden. Nachdem sie einige Zeit in frisch abgeschlagenem Kohlengerölle gestanden hatten, um näherungsweise die Temperatur der festen Masse anzunehmen, wurden sie in die Bohrlöcher gesteckt, und nach Verlauf von einer Stunde wieder herausgezogen und beobachtet.

Auf diese Weise wurden nun folgende Resultate erhalten:

Digitized by Google

	Versuch. No.	Tiefe d. Stationen Meter.	Temperatur.
Carmeaux			
Wasser im Brunnen bei der Grube Ravin	1	6,2	12°,9 C.
Gestein am Boden derselben Grube	2	181,9	17,1
Wasser im Brunnen bei der Grube Castillan	3	11,5	13,15
Gestein am Boden derselben Grube	4	192	19,15
Decise.			
Wasser zweier Brunnen dicht bei der Grube Jacobé	1	8,8	11,4
	2	16,9	11,67
Gestein in der Grube: obere Station	3	107	17,78
untere Station	4	171	22,1
Littry.			
Im Freien auf der Oberfläche . .	1	0	11
Gestein in der Grube St. Charles			
Station *a.*	2	99	16
Station *b.*	3	99	16,27
Mittel aus beiden	4	99	16,135

Für die Tiefe, welche einer Wärmezunahme von 1° C. entspricht, ergeben sich hieraus folgende Werthe:

bei Carmeaux:	No. 1. verglichen mit	No. 2.	41^{m},83
	- 1. - - - -	4.	28,15
	- 3. - - - -	2.	43,14
	- 3. - - - -	4.	28,42
bei Littry:	No. 1. - - -	No. 4.	19,28
bei Decise:	No. 1. - - -	No. 3.	15,52
	- 2. - - - -	3.	15
	- 1. - - - -	4.	15,16
	- 2. - - - -	4.	14,92
	- 3. - - - -	4.	14,81

Die beiden Gruben zu Carmeaux liegen, nach Hrn. C., nur eine halbe Lieue aus einander; um so überraschender mufs es seyn, dafs die Tiefe, welche der Wärmezunahme von einem Grade entspricht, so sehr verschie-

Digitized by Google

den in denselben ist. Die Erscheinung ist jedoch, nach Hrn. C., eine blofs locale, und ihre Ursache mufs theils in der geringen Mächtigkeit der Steinkohlenmasse, theils in dem ungleichen Leitvermögen der verticalen Schichten des Urgebirges unter dem Beobachtungsorte gesucht werden. Die Gruben von Ravin, sagt Hr. Cordier, liegen in der Streichungslinie seines sehr mächtigen Kupfererzganges, der sich $\frac{3}{4}$ Lieue von dort, nach der Seite von Rosières, zeigt, wo man ihn auf eine Länge von mehr als 500 Met. zwischen Talkgestein verfolgen kann. Wenn nun diese metallführende Zone, fährt derselbe fort, sich bis unter die Gruben von Ravin hinzieht, wie es wahrscheinlich ist, so folgt, dafs ihr Leitvermögen, welches gröfser ist als das des umgebenden Gesteins, einen bedeutenden Einflufs auf die unterirdische Temperatur der genannten Orte haben mufs.

Uebrigens zieht Hr. Cordier aus seinen Beobachtungen folgende allgemeine Schlüsse.

1) Meine Beobachtungen bestätigen vollkommen das Daseyn einer innern Wärme, welche der Erde eigenthümlich ist, nicht von den Sonnenstrahlen herrührt, und schnell mit der Tiefe zunimmt.

2) Die Zunahme der unterirdischen Wärme mit der Tiefe folgt nicht überall demselben Gesetze; sie kann in einem Lande doppelt und sogar dreimal so grofs wie in einem andern seyn.

3) Diese Unterschiede stehen in keinem constanten Verhältnisse zur geographischen Breite oder Länge.

4) Endlich ist die Zunahme gewifs rascher als man geglaubt hat; sie kann in gewissen Ländern einen Grad für 15, ja selbst für 13 Meter betragen; vor der Hand kann man aber für einen Grad wenigstens 25 Met. annehmen.

In Bezug auf die Erklärung, welche Hr. Cordier von der relativ höheren Temperatur in der Grube Ravin auf-

Digitized by Google

aufstellt, verdient wohl noch eine merkwürdige, vor mehreren Jahren von Hrn. Fox in einer cornwaller Grube angestellte Beobachtung in Erinnerung gebracht zu werden, da sie direct beweist, dafs die Temperatur der Metallgänge, als des besseren Wärmeleiter, höher ist als die des umgebenden Gesteins.

In einem Briefe, den Hr. Arago in die *Ann. de chim. et de phys. T. XVI. p.* 80. eingerückt hat, sagt Hr. Fox nämlich: als man das Thermometer in die Metalladern versenkte, zeigte es im Allgemeinen eine um 1 bis 2°,8 C. höhere Temperatur, als wenn es in ein Loch im Gestein, besonders im Granit, gesteckt wurde. Die Zinnadern sind gewöhnlich ein wenig kälter als die Kupferadern.

Hr. Arago legt mit Recht viel Gewicht auf diese Beobachtung, und bemerkt, dafs diese Erscheinung bei weiterer Verfolgung nicht blofs dazu dienen könne, das Daseyn der höheren Temperatur im Innern der Gebirgsarten und Metalladern zu erweisen, sondern auch, dafs sie einen neuen Einwurf abgeben gegen die von einigen Physikern aufgestellte Hypothese, als sey die höhere Temperatur in den Minen eine Folge der chemischen Einwirkung der Luft auf die Substanzen, besonders auf den Schwefelkies an den Wänden der Strecken.

Um zu zeigen, dafs die genannte Beobachtung auf eine höhere Wärmequelle in der Tiefe deute, fügt er die beiden folgenden Sätze aus Hrn. Fourier's *Théorie de la chaleur* hinzu.

I. Gesetzt es sey eine solide homogene Masse zwischen zwei parallelen Ebenen von unbegränzter Ausdehnung eingeschlossen, und eine dieser Ebenen, welche der Wirkung einer constanten Wärmequelle ausgesetzt ist, werde in der constanten Temperatur b erhalten, während die andere Ebene, welche die Masse begränzt, mit der atmosphärischen Luft in Berührung steht, die eine feste Temperatur a, geringer als b, besitzt. Nimmt man an,

Digitized by Google

dafs die Masse seit sehr langer Zeit diesen ungleichen, aber constanten äufsern Ursachen ausgesetzt gewesen ist, so wird die mit der Luft in Berührung stehende Fläche eine feste Temperatur α annehmen, die geringer als b und gröfser als a ist. Der Werth von α ist durch folgende Gleichung gegeben:

$$\alpha - a = \frac{b-a}{1+e\frac{h}{k}}$$

Mit e ist die Dicke der Masse oder der Abstand zwischen den beiden äufseren Flächen bezeichnet; k und h sind specifische, d. h. der Substanz des Solidums eigenthümliche Coëfficienten. Der erstere k mifst die Leichtigkeit, mit welcher die Wärme in dieser Substanz von Theilchen zu Theilchen übergeht. Der Coëfficient h dagegen, mifst die Leichtigkeit, mit welcher die Wärme aus der Oberfläche entweicht, und begreift sowohl die von der Strahlung als auch die von der Berührung mit der Luft herrührende Erkaltung.

Wenn der Coëfficient h bei verschiedenen Substanzen gleich oder wenig verschieden ist, und wenn die Temperaturen b und a, und die Tiefe e dieselben sind, so wird die Differenz $\alpha - a$ um so gröfser seyn, je gröfser das Leitvermögen k ist.

II. Man nehme an, es sey eine solide homogene Masse durch eine unendliche Ebene begränzt, und die Dicke der Masse unterhalb dieser Ebene sehr grofs. Ferner mögen alle Punkte der Masse zu Anfange eine gemeinschaftliche Temperatur b besitzen, und die Luft, welche die Begränzungsebene berührt, habe die Temperatur Null. Die Initial-Temperatur b wird langsam abnehmen, in dem Maafse als die Wärme in die Luft entweicht. Nach Ablauf einer gegebenen, mit t bezeichneten Zeit wird die Temperatur a der Oberfläche einen gewissen Werth besitzen, ausgedrückt in Function von t, und den specifischen Coëfficienten h und k, welche die

Digitized by Google

Bewegung der Wärme in der Substanz der starren Masse bedingen. Es fragt sich nun, wie die abnehmende Temperatur α von dem Leitvermögen dieser starren Masse abhange.

Die Aufgabe, welche die Bestimmung der variablen Temperatur irgend eines Punktes der Masse zum Endzweck hat, ist nicht elementar, wie die vorhergehende. Sie erfordert eine besondere Analyse, von welcher das Folgende eins der Resultate ist:

$$\alpha = \frac{be^{R^2}}{\frac{1}{2}\sqrt{\omega}} \int_{R}^{\infty} dr e^{-r^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Diefs Integral mufs von $r = R$ bis $r = \frac{1}{b}$ genommen werden; der Werth von R ist

$$\frac{h\sqrt{t}}{\sqrt{kCD}}$$

h bezeichnet das Leitvermögen der der Luft ausgesetzten Oberfläche, k das innere Leitvermögen der Masse, b die Initial-Temperatur aller Punkte der Masse, C die Wärmecapacität, auf Gewicht bezogen, D die Dichte, t die verflossene Zeit, und α die variable Temperatur der Oberfläche.

In dem Werke von Kramp: *Analyse des réfractions astronomiques etc.* findet man Tafeln, welche das Integral der Gleichung (2) enthalten. Diese Gröfsen $e^{-r^2}, \int dr e^{-r^2}$ sind sehr merkwürdige Functionen; sie gehören gemeinschaftlich sowohl dem analytischen Ausdruck für die Bewegung der Wärme, als den für die Bewegung des Lichtes an, so wie allen Hauptaufgaben in der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Wenn die Zeit t einen etwas grofsen Werth erlangt hat, so wird die Temperatur α ohne merklichen Fehler durch die sehr einfache Gleichung

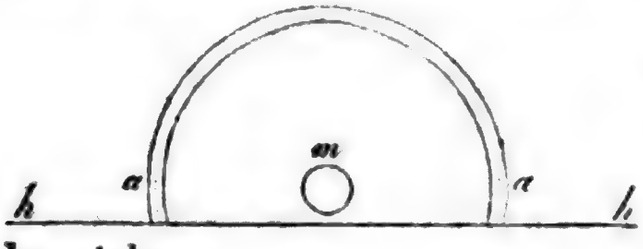
$$\alpha = \frac{b}{\sqrt{\omega}} \cdot \frac{\sqrt{kCD}}{h\sqrt{t}}$$

Digitized by Google

ausgedrückt. Aus dieser folgt offenbar, dafs die Temperatur α der Oberfläche um so gröfser ist, als, bei Gleichheit aller übrigen Bedingungen, die Wärme leichter im Innern des Solidums geleitet wird.

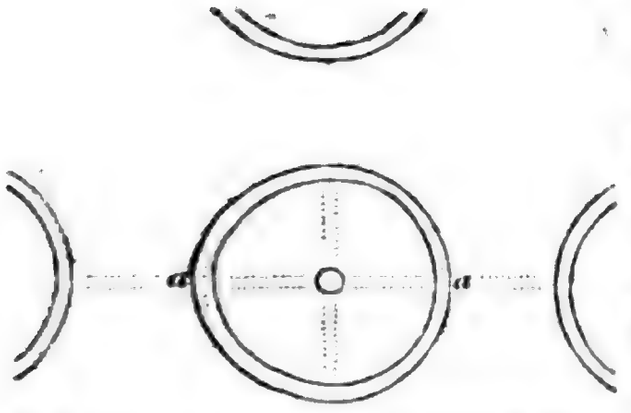
XVI. *Beschreibung eines ausgezeichneten Mondhofes; vom Professor T. A. Kupffer in Kasan.*

Es ist in *Sula* nicht weit von *Bugulma*, zwischen *Kasan* und *Ufa*, im Orenburgischen Gouvernement, ein Mondhof gesehen worden, der mir zu den ausgezeichnetsten Erscheinungen dieser Art zu gehören scheint, und der mit Recht die Aufmerksamkeit einer dort wohnenden Dame, welcher ich die nachstehende Zeichnung und Beschreibung verdanke, auf sich gezogen hat. Am 19. Februar (2. März nach dem im Auslande gebräuchlichen Kalender) um 6 Uhr und einige Minuten Abends ging der Mond blafs gelb gefärbt auf, und über demselben befand sich ein Bogen von derselben Farbe, der sich mit dem Monde erhob, und endlich die in Fig. 1. abgebildete Gestalt annahm, worin *hh* den Horizont und *m* den Mond bezeichnen.



Zu beiden Seiten an der Basis des Bogens zeigten sich lebhafte Regenbogenfarben, die sich nach der äufsern Peripherie hin allmählig in die allgemein jetzt etwas dunkler gewordene gelbe Farbe des Bogens verloren. Als um $7\frac{1}{2}$ Uhr der Mond etwas höher gestiegen war, rundete sich der Bogen zu einem Kreise, und es bildeten sich oberhalb desselben, ferner rechts und links, drei neue

Digitized by Google



Bogen, so wie es Fig. 2. zeigt, der obere Bogen befand sich ungefähr im Zenith, die Bogen zur Seite in Norden und Süden. Der Kreis, der den Mond umgab, mochte im Durchmesser 30 bis 40 Grad haben; er zeigte ebenfalls zu beiden Seiten, in *a* und *a*, Regenbogenfarben. Im Innern des Kreises, dessen Mittelpunkt vom Monde eingenommen wurde, zeigten sich aufserdem noch vier gelbe Streifen, die sich im Monde kreuzten, so dafs zwei von ihnen in derselben verticalen, die zwei andern in derselben horizontalen Linie lagen. Sie reichten jedoch weder bis an den Mond, noch bis zum Kreise. Aufserdem wurden noch zwei andere horizontale Streifen bemerkt, die sich zwischen dem Kreise und den beiden Bogen rechts und links befanden, und ebenfalls weder mit dem Kreise noch mit den Bogenstükken zusammenhingen.

Gegen 9 Uhr wurde die Erscheinung immer blasser, und verschwand nach und nach ganz. Der Himmel war während der ganzen Zeit vollkommen klar, und die Helligkeit so grofs, dafs am ganzen Himmel kein Stern sichtbar war. Die Temperatur der Luft war —10° R., welches für jene Gegend und für jene Jahreszeit keine sehr hohe Kälte ist.

XVII. *Zerlegung eines neuen gelblichen Minerals von Fahlun; von Trolle-Wachtmeister.*

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handl.* 1827. *St.* 1.)

In dem Theile des Fahluner Bergwerks, welchen man Erich-Matts-Grube nennt, findet sich in einem grauen Chlo-

Digitized by Google

ritschiefer, doch nur sehr sparsam, ein gelbliches, bisher noch nicht untersuchtes Mineral, welches fast nur durch die einmal vom Dr. Wöhler darauf geleitete Aufmerksamkeit bekannt ist. Auf einer Reise, die ich einige Zeit darauf nach Fahlun unternahm, hatte ich Gelegenheit eine zur Untersuchung hinlängliche Menge zu sammeln. Die Resultate dieser Untersuchung scheinen mir um so mehr einer Mittheilung an die K. Academie werth, als jedes den merkwürdigen Formationen um Fahlun angehörende Mineralproduct ein besonderes Interesse erregen mufs

Dieses Mineral findet sich, wie schon gesagt, im Chloritschiefer, ähnlich dem, worin der Fahlunit vorkommt; doch habe ich beide nicht zusammen in demselben angetroffen. Es kommt in Nieren vor, ungefähr von der Gröfse einer kleinen Haselnufs und darunter. Von diesen zeigen einige eine verworren blättrige Textur, und Spuren von Krystallform, welche ein schiefes Rhomboëdal-Prisma zu seyn scheint. Andere, und zwar die gröfsten und häufigsten, verrathen weder eine bestimmte Form noch einige Blättrigkeit, sondern gehen im Bruche von den Ebenen zum Grobkörnigen über. Die krystallinischen Exemplare zeigen mehrere Blätterdurchgänge, worunter man einen, parallel mit der Basis des schiefen Prisma's, ziemlich deutlich erkennt; ein anderer ist parallel der zwischen den stumpfen Winkeln der Rhombe gezogenen Linie. Die *Farbe* ist aschgrau, ein wenig in's Braune neigend, das zuweilen an der Luftseite in eine schmutzige Ocherfarbe übergeht. Es giebt ein reinweifses *Pulver*, welches beim Glühen einen kaum merkbaren Stich in's Rothe annimmt. Es *ritzt* Glas und wird vom Stahl geritzt. Der Glanz ist unbedeutend, und steht zwischen Perlmutter- und Wachsglanz. Ist kaum durchsichtig. Specifisches Gewicht: =2,808.

Löthrohr-Verhalten. Bei erster Einwirkung der Flamme wird die Probe rein weifs, darauf schmilzt sie an den Kanten, wo mit Kobalt eine blaue Farbe ent-

Digitized by Google

steht. Auf Kohle erhitzt, sowohl für sich, als mit Flüssen, bildet sich um sie her auf der Unterlage ein schwacher, aber deutlicher Ring von Zinkrauch. Im *Kolben* wird sie dunkel und giebt Wasser. Um dieses zu prüfen, wurde eine gröfsere Menge (von den nicht krystallisirten Nieren) in einem zu feiner Spitze ausgezogenen Kolben geglüht, und das herausgetriebene Wasser aufgefangen. Die ersten Tropfen reagirten schwach, doch sichtlich sauer auf Lackmuspapier, ohne die Farbe des Fernambuckpapier zu ändern; die folgenden, auf geröthetes Lackmuspapier gebracht, gaben demselben blaue Flekken, welche nach dem Trocknen verschwanden und folglich von Ammoniak herrührten. In *Borax* löste sich die Probe langsam zu einem farblosen Glase auf. In *Phosphorsalz* eben so, mit Zurücklassung von ein wenig Kieselsäure. Mit *Soda* auf Kohle gab sie eine unklare Schlacke, welche endlich zu einer Kugel zusammenflofs. Mit Soda auf einem Platinblech reagirte sie nicht auf Mangan.

Zur Analyse wurden Stückchen von den nicht krystallisirten Nieren genommen, welche vom anhängenden Chloritschiefer sorgfältig befreit waren, und von denen jedes auf der Oberfläche besonders hinsichtlich seiner Reinheit geprüft wurde. Die Methode der Untersuchung war dieselbe, wie beim Fahlunit (dies. Bd. S. 70.). Die Gegenwart des Zinks veranlafste einen besonderen Versuch. Das geschlemmte Steinpulver wurde wie gewöhnlich mit kohlensaurem Kali geglüht, durch Auflösung in Salzsäure zum Gelatiniren gebracht, aber nicht zur Trockne verdunstet, aus Furcht, dafs etwas Chlorzink verfliegen könnte. Die Gallerte wurde in Wasser gelöst und mit kohlensaurem Ammoniak etwas übersättigt. Durch die solchergestalt von Kieselerde, Thonerde u. s. w. befreite Flüssigkeit wurde ein Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet. Die dadurch gebildeten Schwefelmetalle, Schwefelmangan und Schwefelzink, wurden gesammelt, geröstet,

Digitized by Google

in Salzsäure gelöst und kochend mit kohlensaurem Kali gefällt, worauf man sie wieder mit kaustischem Ammoniak digerirte. Die alkalische Flüssigkeit wurde, nachdem das ungelöst gebliebene Mangan abgesondert worden, zur Trockne verdunstet, und der Rückstand gelinde geglüht und wieder in Wasser gelöst, worauf Zinkoxyd zurückblieb, das getrocknet und gewogen wurde.

Das Ammoniak suchte ich dadurch zu bestimmen, dafs ich die beim Glühen des Minerals erhaltene Flüssigkeit in einem Uhrglase mit Salzsäure auffing, und diese hierauf in gelinder Hitze zur Trockne verdunstete. Alsdann wurde der salmiakähnliche und von organischer Substanz (deren Gegenwart sich durch den empyreumatischen Geruch bei der Destillation zu erkennen gab) etwas gelbgefärbte Beschlag des Glases in Wasser gelöst. Die Salzsäure wurde durch salpetersaures Silberoxyd gefällt, und nach der Zusammensetzung des Salmiaks in Rechnung gezogen; sie gab aber nur eine geringe Spur von Ammoniak zu erkennen.

Auf diese Art gab die Analyse:

Kieselsäure	53,69	Sauerstoffgehalt:		31,03
Thonerde	21,70	-	-	10,13
Talkerde	8,99	-	-	3,48
Eisenoxydul	1,43	-	-	0,34
Manganoxydul	0,63	-	-	0,14
Kali	4,10	-	-	0,70
Natron	0,68	-	-	0,20
Zinkoxyd	0,30	-	-	—
Wasser mit Spur von Ammoniak	3,20	-	-	2,86
Eine Spur v. Kalk				
	100,72			

Die Thonerde enthält, mit geringer Abweichung, das Doppelte des Sauerstoffs der andern Basen (4,86×2 =9,72). Der Sauerstoff der Kieselsäure übersteigt zwar

Digitized by Google

den doppelten Sauerstoffgehalt der Basen, doch aber nicht mehr, als oft durch mehrere andere Umstände zu geschehen pflegt. Ich glaube daher, dafs man für die Zusammensetzung dieses Minerals die Formel annehmen kann:

$$\left.\begin{matrix} M \\ f \\ mg \\ K \\ N \end{matrix}\right\} S^2 + 2AS^2, \text{ oder: } rS^2 + 2RS^2.$$

Hiebei drängt sich die Frage auf: ob nicht das Wasser als wesentlich zur Zusammensetzung gehörig zu betrachten sey, in welchem Falle dessen Sauerstoffgehalt die Hälfte der Summe im ersten Gliede seyn würde, — oder ob es, wie ich glaube annehmen zu dürfen, blofs hygroscopisch, und, wie das Ammoniak, von dem Minerale nur auf der Halde, wo man es findet, während seines langen Liegens an der Luft angenommen worden sey? Die geringe Veränderlichkeit des Minerals beim Glühen, und seine Begierde wiederum Feuchtigkeit anzuziehen, welche schon allein auf die Gegenwart des Ammoniaks hinweist, scheinen mir für die Richtigkeit meiner Meinung zu sprechen.

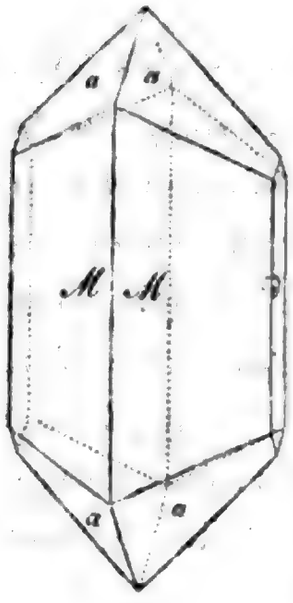
XVIII. *Ueber die Krystallform der Kohlenstickstoffsäure.*

Diese von Liebig entdeckte Säure, die schon durch ihre Zusammensetzung sehr interessant ist, verdient dadurch noch mehr Berücksichtigung, weil sie wahrscheinlich durch Behandlung von vielen organischen Substanzen mit Salpetersäure, wie Liebig diefs schon bei mehrern gezeigt hat, gebildet wird. Ich habe aus diesem Grunde, da die Krystallform ein so leichtes und sicheres Mittel ist, entweder ähnliche Substanzen zu unterscheiden, oder eine grofse Anzahl von Eigenschaften bei isomorphen Verbindungen

Digitized by Google

zu errathen, die Gelegenheit, die mir Hr. Dr. Wöhler durch sehr schöne Krystalle gegeben hat, die Form dieser Säure zu beschreiben, nicht vorbei gehen lassen wollen; wenn diese Bestimmung auch sogleich keine weitere Folgerungen erlaubt.

Die Form der Krystalle gehört zum rhombenoctaëdrischen System.



M sind die Seitenflächen des Prisma's.

Die Flächen *d* sind gleich gegen die beiden angränzenden Flächen geneigt.

Die Flächen *a* bilden ein Rhombenoctaëder; die Tangente des halben Winkels von *M* zu *M'* verhält sich zur Tangente des halben Winkels der Kanten, die durch die Flächen *a* an der Basis des Octaëder gebildet werden, wie 2:1; diese Kanten entstehen, wenn die Flächen *a* sich so vergröfsern, dafs die Flächen *M* verschwinden.

M	gegen	*M*	$=128^{\circ}\ 36'$
M	-	*d*	$=115^{\circ}\ 42'$
a	-	*a*	$=109^{\circ}\ 50'$
a	-	*d*	$=125^{\circ}\ 5'$
a	-	*a*	auf der Rückseite $111^{\circ}\ 57'$.

. . . . . *ch.*

XIX. *Aufforderung zu Beobachtungen über den Höhenrauch.*

(Mitgetheilt von Hrn. Geh. Ober-Bergrath Karsten.)

Die unter der Benennung *Haarrauch* (auch Höhenrauch, Heerrauch u. s. w.) bekannte atmosphärische Er-

Digitized by Google

scheinung, welche in den Provinzen Westphalen und Niederrhein häufig eintritt, hat nach der Meinung Vieler in diesen Landstrichen seit einer Reihe von Jahren merklich zugenommen, und besonders in den letzten Jahren die Aufmerksamkeit der Naturbeobachter angesprochen. Denn so wie auf der einen Seite diese Erscheinung den niedern Dunstkreis trübt, verunreinigt und den thierischen Organismus unangenehm belästigt, so tritt sie auf der andern unter so auffallenden und so wenig aufgeklärten Nebenumständen auf, dafs die Erklärung derselben ein anziehendes Problem für den Denker geworden ist.

Das neuerdings wieder auflebende Streben, das Entstehen des Haarrauches zu erklären, hat mancherlei Meinungen hervorgerufen, welche sich etwa unter drei Hauptansichten bringen lassen.

Einige lassen diesen Rauch in den uns nördlich vorliegenden Moorländern und Niederungen durch das, der Cultur des Bodens im Frühjahr vorausgehende, Moorbrennen entstehen, und ihn durch Luftströmung in südlicher oder fast südlicher Richtung hierher übertragen; und diefs ist die fast allgemeine Meinung derjenigen, welche dergleichen Niederungen und Moorgegenden bewohnen, oder in ihrer Nähe leben und das Moorbrennen selbst kennen. — Andere wollen diesen Nebel auf dem Wege einer augenblicklichen, mehr örtlichen Umänderung oder gar Zersetzung der Atmosphäre in höheren oder tieferen Regionen des Dunstkreises entstehen und sich auch wohl auf nachbarliche Gegenden übertragen lassen. — Noch andere Beobachter nehmen endlich zwei ähnliche, jedoch sowohl nach der Entstehungsart als nach ihrer Beschaffenheit in sich verschiedene, Erscheinungen an. Sie bestreiten nicht, dafs der Höhenrauch, und besonders der in den bezogenen Gegenden gewöhnliche, meistens — Moorbrandrauch — seyn könne; sie nehmen aber auch an, dafs Umbildungen oder Ausscheidungen der atmosphärischen Luft nach jener zweiten Annahme statt finden kön-

Digitized by Google

nen, und dafs die gröfseren und weiter verbreiteten Erscheinungen der Art selbst von Ausbrüchen entfernter Vulcane herrühren, oder dafs sie wohl gar aus Stoffen entstanden seyn können, welche sich die Erdatmosphäre aus dem Weltall her angeeignet habe, oder welche sich derselben beigesellt hätten.

Obwohl nun für eine oder die andere Ansicht manches Anziehende gesagt worden, so bleibt dennoch jede Erklärungsart bis daher noch unzulänglich, und so lange verdächtig, als damit nicht auch alle Hauptnebenumstände der Erscheinung aufgeklärt werden. Der Fehler mag aufser in den bekannten Schwierigkeiten bei allen atmosphärologischen Forschungen, auch wohl darin liegen, dafs man zu wenig beobachtete, und zu früh erklären wollte. Die Unterzeichneten gingen daher von der Ansicht aus, dafs man, unter Abstraction von allen Hypothesen, zunächst diese Naturerscheinung ein Paar Jahre hindurch gleichzeitig und an mehreren richtig gewählten Punkten in ihrem äufsern Auftreten und ihrer Verbreitung beobachten, und sodann durch eine Zusammenstellung dieser Beobachtungen dem Naturforscher das Material zu einer näheren Beurtheilung und Erklärung der ganzen Erscheinung liefern müsse.

Denn immerhin sehr schwierig wird es seyn, die den Haarrauch bildende Gasart chemisch zu enträthseln, bei weitem schwieriger aber, aus dem angestellten Experiment sicher auf die Entstehungsart derselben zurückzuschliefsen; dagegen bietet sich in jener vorgeschlagenen Reihe äufserer Beobachtungen wenigstens einige Hoffnung dar, das Vaterland dieses Rauches, die Art und Weise seiner Uebertragung und seines Auftretens, so wie seines Verschwindens, in Etwas aufzuklären.

Wenn daher die Unterzeichneten mit den zweijährigen Beobachtungen auswärtiger Freunde der Naturforschung bereichert werden sollten, so würden sie dadurch in den Stand gesetzt seyn, jene Zusammenstellung zu fer-

Digitized by Google

tigen und der öffentlichen Beurtheilung nach ein oder zwei Jahren zu unterwerfen.

Zu diesem Behufe erlauben sie sich über die Beschaffenheit des in *hiesigen Gegenden gewöhnlichen Haarrauches* und über die erforderlichen Momente der Beobachtung ähnlicher Erscheinungen in andern Gegenden nachfolgende unvorgreifliche Bemerkungen zu machen.

1. Der *Haarrauch* (*in Westphalen*) zeigt sich dem darin befindlichen Beobachter als ein höchst veränderter und auffallender Zustand der untern Luftschicht. Diese ist dabei in der Regel sehr trocken, und von einem rauchähnlichen, bläulich-grauen, sehr feinen, Alles durchdringenden Dunste gleichmäfsig durchzogen, welcher, je nachdem er mehr oder weniger dicht ist, entferntere Gegenstände nebelförmig verschleiert oder ganz verbirgt. Bei umwölktem Himmel und gröfserer Stärke des Rauches deckt derselbe die Sterne, oder einzelne Wolken, und die Sonne erscheint mit mattem Lichte und strahlenlos, und zwar, bei höherem Stande, als röthliche-gelbliche, bei tieferem als röthliche fast bräunlich-rothe Scheibe. Starker Haarrauch läfst sich schon in Luftmitteln von 20 bis 30 Fufs Stärke mit dem Auge wahrnehmen. Der heranziehende Rauch erscheint aus der Ferne, und zwar bei höherem Stande der Sonne als ein bläulich-grauer, über dem Horizont ruhender Nebeldamm, dessen Farbe, nach unten stärker, sich nach oben in das Blau des Himmels verläuft Bei tieferem Stande der Sonne, und wenn sie hinter demselben untergeht, ist der Nebelstreif oft blofs röthlich-braun.

Dieser Rauch erregt nicht gerade einen deutlichen Geschmack, aber um so stärker ergreift er die Geruchsorgane. Es ist ein eigenthümlicher, brenzlich-bituminöser, etwas stechender Geruch, welcher selbst an den einiger Gasarten schwach erinnert. Bei reitzbaren Constitutionen wird die Lunge mit den Respirations-Werkzeugen durch ihn, oder vielleicht ducrh die mit ihm eintretende tiefere Temperatur afficirt; er soll

Digitized by Google

sogar Kopfschmerz veranlassen, und macht überhaupt einen unangenehmen Eindruck auf den menschlichen Körper.

Der Höhenrauch ist gewöhnlich von anhaltender trockener Witterung begleitet. Diese und die dabei veranlafste Veränderung der Luft bringt bei mehrerer Dauer, nach der Beobachtung Einiger, sogar Zögerung im Fortschreiten des Pflanzenlebens hervor. Einige erscheinen etwas leidend. Dieser Nebel wird fast immer innerhalb der Monate Mai, Juni, Juli bemerkt; es treten jedoch seltenere Ausnahmen noch im August und später ein. Sein Erscheinen ist weder an eine Tageszeit, noch scheinbar an die Mondescyklen, noch endlich an die Witterungsstände fest geknüpft. Man bemerkt ihn zu allen Tageszeiten, meistens während oder nach vorhergegangener trockener, heller Witterung, nur selten während und gleich nach Regen und Gewitterschauern; bei hellem, bei bewölktem Himmel; bei stiller wie bei bewegter Luft, jedoch im letzteren Falle nie bei einer anhaltenden Luftströmung aus Süd-Südost und West. Bei weitem aber am häufigsten sieht man ihn bei stiller, oder bei aus Nordost, Nord und Nordwest heranziehender Luftströmung, bei heiterem trocknen, Himmel und fast immer innerhalb der Abend-, nächtlichen und Morgenstunden heranziehen. Er kommt nur aus den angedeuteten Richtungen von einem kalten Luftstrome begleitet, und verbreitet sich, Berg und Thal bedeckend, jedoch dichter in der Niederung und dunstförmig ohne Wolkenform, allmählig um den Beobachter. Der Wechsel der Temperatur ist fühlbar und bleibt während des Nebels überhaupt niedriger. Die Dauer selbst ist verschieden, bisweilen von einer Stunde bis zu mehreren Tagen. Wie bei trockner Luft häufig ist, so haben die Barometer dann einen höheren Stand, sie werden indefs durch die Erscheinung scheinbar nicht afficirt. Das Heranziehen des Nebels ist gewöhnlich deutlich bemerkbar, sein Abzug dagegen undeutlicher, er verschwindet oft schnell auf unbegreifliche Weise.

Eine nicht seltene Ausnahme bei seinem Erscheinen ist folgende. — Bei gewitterhafter Luft, und bei einem zum Ausbruch kommenden elektrischen Wetter, in der Regel bei hohem Wolkenstande, entsteht ein

Digitized by Google

wirbelnder, unbestimmter, oft starker Wind. Nun brechen die Wolken oder zerreifsen, der Regen verliert sich, der Wind setzt in eine mehr nördliche Richtung um, die Wolkenelektricität ist wie beseitigt und der Höhenrauch erschienen. Der Himmel wird nun reiner und die Witterung trocken.

So ungefähr ist die Erscheinung des sogenannten Haarrauches in den westphälischen Gebietstheilen und der Grafschaft Mark nach den meisten Beobachtungen beschaffen.

2. Die Unterzeichneten bitten nun ergebenst um auswärtige nähere Beobachtungen. Je vollständiger und vielseitiger diese angestellt werden, um so mehr Licht werden sie über die aufgeworfene Frage verbreiten; indefs wird es für den vorliegenden Zweck schon hinreichen, wenn wenigstens die in dem beigedruckten Schema angedeuteten Momente den Beobachter leiten, und zwar täglich in den erwähnten vier Monaten, da es selbst von Einflufs seyn kann, zu wissen, dafs an diesem oder jenem Orte oder Tage kein Haarrauch bemerkt worden sey. Sie bitten ferner, diese Beobachtungen tabellarisch nach dem beigefügten Vorschlage in gedrängter Kürze fortzuführen, alle darin nicht angedeuteten, sich aber sonst darbietenden Bemerkungen in der letzten Rubrik einzutragen, und diese Tabelle bis zum halben November beider Jahre abgeschlossen und unterzeichnet an die Unterschriebenen oder an deren Freunde gefälligst abzusenden.

Unter den zu beobachtenden Nebenumständen wird unter andern der Wechsel in der Temperatur und der Richtung des Luftstromes beim Eintritt des Haarrauches und nach demselben beachtenswerth, so wie auch die ausdrückliche Berücksichtigung der Frage nothwendig seyn, ob — nämlich — der beobachtete Rauch etwa von einem in der Gegend gleichzeitig vorgekommenen Erd-, Wald- oder Moorbrande, oder auch von einer Feuersbrunst deutlich oder muthmafslich veranlafst worden sey.

Bochum, in der Grafschaft Mark, d. 15. April 1828.

Jansen, Kreis-Physicus. *v. Derschau*, Bergrath.

Beobachtungen über den Haarrauch.

1	2			3			4			5		6	7	8	9	10
Datum	Wind.			Thermometer.			Barometer.			Aeußere Beschaffenheit d. Atmosphäre. —Witterung—		Der Rauch ist eingetreten.	Stärke desselben.	Dauer desselben.	Beschaffenheit der Witterung und der Atmosphäre bei und gleich nach dem Rauche.	Bemerkungen über sonstige beachtenswerthe Nebenumstände.
	Morg.	Mitt.	Abds.	Morg.	Mitt.	Abds.	Morg.	Mitt.	Abds.	Vorm.	Nachm					
				Reaumur.			Pariser M.									
1. Mai	W.	W.	NW	+6	+7	+5	26	26,2	26,4	Leicht bewölkt, trokken.	Hell.	—	—	—	— — —	Die Sonne ging hinter einem Nebelstreifen unter.
2. -	SW	W.	NW	+7	+8	+7	27	27,6	27,6	Helle trockne Luft. Gegen Abend einzelne Wolken.		8 Uhr Abds.	Schwach	Bis in die Nacht.	Als der Rauch sich zeigte verschwanden einige Haufen Wolken schnell, es trat eine trockene, kühle Luftströmung ein.	Sonnenuntergang verschleiert, mit rothem Scheine. Der Rauch verbreitete sich schnell, aus NW. heranziehend. Der Geruch nicht stark. Der Rauch verdunkelte die Sterne—und soll bis 2 Uhr Nachts angehalten haben.

N. N. den 1. November 1828.

N. N.

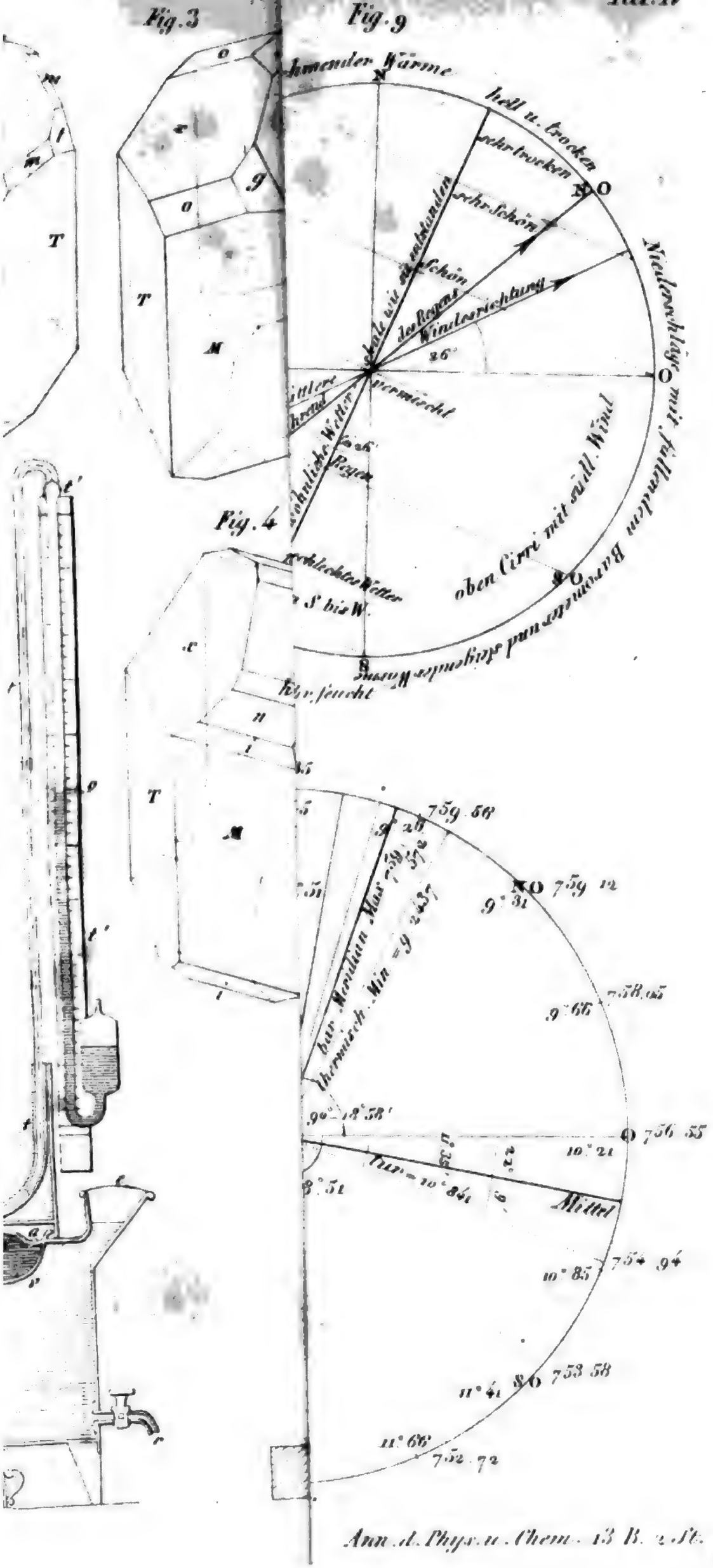


Fig. 3
Fig. 9
Fig. 4
Tab. IV
Ann. d. Phys. u. Chem. 13 B. 2 St.

Digitized by Google

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, SIEBENTES STÜCK.

I. *Ueber das Gleichgewicht und die Bewegung der elastischen Körper; von Hrn. Poisson.*

(*Ann. de chim. et de phys, XXXVII. p.* 337.)

Das Problem der *Kettenlinie* ist das erste, in welchem die Mathematiker das Gleichgewicht einer biegsamen Curve behandelt haben; denn es besteht, wie bekannt, in der Bestimmung der Curve, welche eine schwere an ihren beiden Enden gehaltene Kette annehmen mufs. Die Lösung desselben, bei welcher Galilaei sich geirrt hatte, verdankt man Leibnitz und den Bernoulli's; gegenwärtig ist sie in alle Lehrbücher der Mechanik übergegangen. Sie gründet sich auf die Betrachtung einer Kraft von unbekannter Gröfse, welche nach den beiden Verlängerungen eines jeden Elements der Curve wirkt, und welche man die *Spannung* der Kette in jedem Punkte nennt. Man setzt dabei die Kette als völlig biegsam voraus. In einem andern Probleme, nämlich dem der *elastischen Lamelle*, hat man zum ersten Male die Tendenz, mit der eine aus einem elastischen Stoffe gebildete Curve ihre natürliche Gestalt wieder anzunehmen sucht, in Rechnung gezogen. Die Lösung desselben hat Jacob Bernoulli zu Anfange des vorigen Jahrhunderts gegeben, in einer Abhandlung, die sich in den ältern Denkschriften der Pariser Academie befindet. Er stützt sich

Digitized by Google

dabei auf einen Satz, der in der Folge von allen Mathematikern, welche diese Aufgabe behandelt haben, angenommen worden ist. Jacob Bernoulli nämlich nimmt an, dafs bei einer im Gleichgewicht befindlichen elastischen Lamelle das Moment der Kraft, welche zwei an einander liegende Elemente in eine gerade Linie zurückzuführen sucht, in jedem Punkte der Curve direct dem Winkel der Contingenz, oder umgekehrt dem Krümmungshalbmesser proportional sey. Um den Grund dieser Hypothese einzusehen, mufs man mit diesem grofsen Mathematiker die verschiedenen Fäden einer gebogenen Lamelle betrachten, und Rücksicht nehmen auf die Contractionen der einen und die Dilatationen der andern. Diese kleinen Längenveränderungen geben wirklich zu longitudinalen Kräften Anlafs, die ihnen proportional sind, und deren Resultante Null ist, wenn die mittlere Ausdehnung der Lamelle es gleichfalls ist. Das totale Moment derselben ist aber nicht gleich Null; seinen, dem Winkel zwischen zwei zusammenliegenden Elementen der Curve proportionalen Werth findet man, wenn man als Erfahrungssatz annimmt, dafs eine Gerade, welche nach der Dicke der Lamelle gezogen, und ursprünglich senkrecht auf deren Fläche steht, noch nach der Biegung der Lamelle immer perpendiculär auf derselben bleibt. Durch die Zerlegung der Lamelle in longitudinale Fäden findet man auch, dafs das Moment der elastischen Kraft, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, proportional ist dem Cubus der Dicke.

Den Aufgaben über das Gleichgewicht der Saiten und elastischen Lamellen sind natürlich die gefolgt, welche deren Bewegung betreffen, und besonders deren kleine Vibrationen, von denen die verschiedenen, durch sie hervorgebrachten Töne abhängen. D'Alembert war der erste, welcher das Problem von den *schwingenden Saiten* auf eine allgemeine Weise löste; Taylor hatte zuvor nur eine particuläre Lösung von demselben gegeben.

Digitized by Google

Diefs Problem ist eines von denen, welches zur Entstehung der Rechnung mit partiellen Differentialien Anlafs gegeben hat. Die von d'Alembert gegebene Lösung gründet sich auf directe Integration einer solchen Gleichung und auf die Betrachtung der willkührlichen Functionen, welche sein Integral einschliefst. Lagrange hat einige Jahre hernach eine andere Lösung desselben Problems gegeben, welche in der jüngsten Zeit die Aufmerksamkeit der Mathematiker aufs Neue auf sich gezogen hat. Die willkührlichen Functionen sind darin durch Reihen von periodischen Gröfsen ersetzt, welche deren Werthe für die ganze Länge der Saite vorstellen, es mögen nun in diesem Intervalle diese Functionen ihre Form nicht ändern, oder es mag sich um discontinuirliche Functionen handeln. Nun giebt es in der Physik und Mechanik eine grofse Anzahl von Aufgaben, bei welchen die Gleichungen mit partiellen Differentialien, von welchen sie abhängen, nicht unter einer endlichen Form integrirt werden können; man ist also genöthigt zu Lösungen analog mit der Lagrange'schen, welche überdiefs die ganze von der Aufgabe verlangte Allgemeinheit besitzen, und oft bequemer sind, als die, welche sich aus den Integralen unter endlicher Form ergeben, in Fällen, wo diese uns gegeben sind. Auf diese Weise finden sich die Unbekannten, um deren Bestimmung es sich handelt, ausgedrückt durch Summen von Gröfsen, von denen jede für sich allen Bedingungen des Problems genügt, und eine particuläre Lösung desselben ist. Bei den Aufgaben in der Mechanik ist diese Superposition von particulären Lösungen nichts anders, als der Satz von Daniel Bernoulli über die *Coëxistenz von kleinen Schwingungen*, und eine Folge der Linearform der Gleichungen von jedem Problem. Die Methode, welche dieser Mathematiker seinerseits befolgt hatte, um, ausgehend von der particulären Lösung, welche man Taylor verdankt, das Problem von den schwingenden Saiten zu lösen, beruht also mit der La-

Digitized by

grange'schen Lösung auf demselben Principe. Bernoulli zeigte aber nicht, wie man durch Reihen von periodischen Gröfsen den, ganz willkührlich vorausgesetzten, anfänglichen Zustand der Saite darstellen könne, und darin ist die Analyse von Lagrange wesentlich nöthig, um die Auflösungen von Taylor und D. Bernoulli zu vervollständigen.

Die Schwingungen der elastischen Lamellen sind von Euler und D. Bernoulli bestimmt worden, für alle möglichen Umstände, worin die Enden der schwingenden Lamelle sich befinden können. Ihre Lösungen sind ebenfalls gebildet aus der Superposition einer beliebigen Anzahl von particulären Lösungen, und es fehlt denselben der Beweis, wie sie immer den anfänglichen Zustand der Lamelle darstellen können. Diefs hat indefs keinen Einfluſs auf die Gesetze der Schwingungen, welche sie daraus abgeleitet haben; diese stimmen mit denen überein, welche die Physiker durch Versuche gefunden haben.

Diefs sind, in wenig Worten, die Hauptresultate über das Gleichgewicht und die Bewegung der elastischen Körper, welche zur Zeit bekannt waren, als ich, in einer 1814 im Institute gelesenen *Abhandlung über die elastischen Flächen* weiter zu gehen versuchte. Ich habe angenommen, dafs die Punkte einer elastischen, beliebig gekrümmten Scheibe sich gegenseitig abstofsen nach einer Function des Abstandes, die schnell abnimmt, und unmerklich wird, sobald die Variable eine merkliche Gröfse erreicht. Diese Hypothese hat mich hinsichtlich des Gleichgewichts elastischer Flächen zu einer Gleichung geführt, welche gleiche Form annimmt mit der für eine blofse, in einer Richtung gekrümmten Lamelle, wenn man sie auf diesen besondern Fall anwendet. Allein diese Art, die Aufgabe zu betrachten, pafst streng genommen nur auf eine Scheibe ohne Dicke, in welcher die materiellen Punkte an einander stofsen oder sehr wenig von einander entfernt sind. Wenn man dagegen auf die Dicke

Digitized by Google

der gekrümmten Scheibe Rücksicht nimmt, so sind unter deren Theilchen zweierlei Arten zu unterscheiden. Die einen stofsen sich wirklich ab, vermöge der Contraction, die an der concaven Seite statt findet; die andern dagegen ziehen sich an, vermöge der Dilatation auf der gegenüberliegenden Seite. Es war also nöthig, diese Aufgabe von Neuem vorzunehmen; und, damit sie vollständig gelöst sey, mufste man die Bedingungen bestimmen, welche sie, in Bezug auf eine elastische Platte von gegebener Dicke, sowohl in allen deren Punkten, als besonders an deren Rändern zu erfüllen hatte, damit die auf dieselbe angelegten Kräfte und die gegenseitigen Actionen ihrer Theilchen im Gleichgewicht seyen. Auch war es wünschenswerth, dafs die Mathematiker die Hauptaufgaben der Mechanik unter diesem physikalischen und mit der Natur übereinstimmenden Gesichtspunkt wieder vornähmen. Man hat sie auf eine ganz abstracte Weise behandeln müssen, um die allgemeinen Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung zu entwickeln, und in dieser Gattung von Allgemeinheit und Abstraction ist Lagrange so weit als nur denkbar gegangen, als er die physischen Bindemittel der Körper durch Gleichungen zwischen den Coordinaten ihrer verschiedenen Punkte ersetzte. Diefs ist es, was seine *Mécanique analytique* ausmacht; aber neben diesem bewundernswürdigen Werke könnte man gegenwärtig eine *Mécanique physique* aufstellen, deren einziger Zweck darin bestände, Alles auf Molecular-Actionen zu beziehen, welche die Wirkung gegebener Kräfte von Punkt zu Punkt verpflanzen und das Vermittelnde ihres Gleichgewichts sind. Auf diese Weise hätte man, bei Anwendung der allgemeinen Regeln der Mechanik auf besondere Fälle, keine specielle Hypothesen zu machen.

So würde bei dem Probleme des Gleichgewichts von biegsamen Saiten, die Spannung, welche man zu dessen Lösung einführt, das unmittelbare Resultat der gegenseiti-

Digitized by

gen Actionen der Theilchen seyn, sobald diese ein wenig aus ihrer natürlichen Lage gebracht sind.

Bei dem Falle mit der elastischen Lamelle würde das Moment der Elasticität durch Biegung von denselben Actionen, in der ganzen Dicke der Lamellen betrachtet, herrühren, und sein Ausdruck wäre ohne irgend eine Hypothese bestimmt.

Endlich würde der Druck, welchen die Flüssigkeiten in ihrem Inneren und gegen die Wände der Gefäfse ausüben, ebenfalls die Resultante seyn von den Actionen ihrer Theilchen auf die gedrückten Flächen oder vielmehr auf eine unendlich dünne, mit jeder Fläche in Berührung stehende, flüssige Schicht.

Der Satz von der Gleichheit des Drucks nach allen Richtungen, welcher gegenwärtig der ganzen Hydrostatik zum Grunde liegt, und welcher von der Erfahrung entlehnt ist, wird wirklich eine Folgerung seyn dieser Kenntnifs des Molecular-Drucks und der vollkommnen Beweglichkeit der flüssigen Theilchen. Man ziehe nämlich durch einen beliebigen Punkt A einer flüssigen Masse eine Gerade, beliebig klein, aber dennoch sehr grofs in Bezug auf die Abstände zwischen den Theilchen und auf den Radius ihres Wirkungskreises, so dafs diese Gerade eine sehr grofse und gleichsam unendliche Anzahl materieller Punkte treffen würde. Nun nehme man an, dafs diese Zahl beinahe gleich sey nach allen Richtungen um den Punkt A; eine Bedingung, welche hinreichen wird, damit der Druck, wie wir ihn so eben definirten, ebenfalls nach allen Richtungen um denselben Punkt gleich sey. Wenn man nun, diefs vorausgesetzt, auf einen freien Theil der Oberfläche der Flüssigkeit einen beliebigen Druck ausübt, so werden sich die Theilchen derselben einander nähern, und, wie es einer flüssigen Masse als Hauptverschiedenheit von einem starren elastischen Körper eigen ist, werden sich die flüssigen Theilchen, vermöge ihrer vollkommnen Beweglichkeit, rings um jeden

Digitized by Google

Punkt *A* so lagern, wie wir es eben angenommen haben. Daraus geht hervor, dafs der Molecular-Druck in Folge des Aneinanderrückens der Theilchen erhöht wird, ohne dafs er dabei aufhört gleich zu seyn, nach allen Richtungen um jeden Punkt der flüssigen Masse. Der Grad der Zusammendrückbarkeit hat keinen Einfluſs auf diese Folgerung; die Flüssigkeit braucht nur in einem ganz beliebig schwachen Grade zusammendrückbar zu seyn; und dieſs ist ja auch wirklich der Fall, selbst bei denjenigen Flüssigkeiten, deren Volumen gegen äufsere Kräfte am meisten Widerstand leistet. Jener Schluſs hängt auch nicht von dem kleinen Zeitraum ab, innerhalb welches die Theilchen in die, von der Gleichheit des Drucks nach allen Seiten geforderte, Lage um den Punkt *A* gerathen. Obgleich aber dieser Zeitraum sehr kurz und ohne Zweifel bei den vollkommnen Flüssigkeiten, bei denen man diese Gleichheit des Drucks beobachtet hat, unwahrnehmbar ist, so kann er dennoch sehr verschieden bei verschiedenen Flüssigkeiten seyn. Diese Verschiedenheit hat nun zwar keinen Einfluſs auf das Gleichgewicht, welches sich nach Ablauf des erwähnten Zeitraums einstellt; wird dieſs aber auch bei der Bewegung einer Flüssigkeit der Fall seyn? Diese Frage werden wir bei einer andern Gelegenheit untersuchen.

Ueberhaupt muſs man bei den Anwendungen der Mechanik so viel wie möglich Rücksicht nehmen auf die physischen Umstände, welche von der Natur der Körper abhängen. Die Nothwendigkeit dazu hat man schon lange gefühlt, um die Unbestimmtheit bei gewissen Fragen in der abstracten Mechanik zu verbannen; eine Unbestimmtheit, die in der Natur nicht statt finden kann, wo wirklich Alles bestimmt ist und Alles nur eine einzige Lösung zuläſst.

Das einfachste Beispiel einer solchen Abstraction ist dasjenige, welches der Stoſs von harten Körpern darbietet, wenn man dieselben als durchaus unzusammendrück-

Digitized by Google

bar annimmt. Der Stofs ist alsdann augenblicklich; und die einzige Bedingung, welche man zu erfüllen hat, ist die, dafs bei dem Körper, der vorangeht, die Geschwindigkeit nicht gröfser sey als bei dem, der hinterher folgt. Diese Bedingung, welcher auf unzählige Weisen genügt werden kann, läfst den Zustand der beiden beweglichen Körper nach dem Stofs in Unbestimmtheit. Wenn man aber annimmt, dafs diese Körper zusammendrückbar seyen, wenn auch nur ganz wenig, so hat der Stofs eine gewisse Dauer, und er hört genau in dem Augenblick auf, wo die beiden Körper, vermöge ihrer gegenseitigen Zusammendrückung, zu einer gleichen Geschwindigkeit gelangt sind, und also nicht mehr auf einander wirken. Diese Bedingung der Gleichheit beider Geschwindigkeiten nach dem Stofse, bestimmt vollkommen diejenige, welche die Körper hernach besitzen werden.

Ein anderes Beispiel liefert der Fall, wo ein Gewicht auf einen durch drei Füfse getragenen Tisch gelegt wird. Betrachtet man den Tisch als eine in aller Strenge unbiegsame Ebene, so werden die Lasten, welche seine Füfse zu tragen haben, eine Unendlichkeit verschiedener Werthe haben können, deren Summe dem gegebenen Gewichte gleich ist. Diefs kann nichts Unbegreifliches haben, wenn man erwägt, dafs es sich hier nur um eine blofse Zerlegung von Kräften handelt, und dafs jene Angabe nichts anders sagt,als dafs eine gegebene Kraft auf unendlich verschiedene Weisen in mehr als drei andere, mit ihrer Richtung parallele Kräfte zerlegt werden kann. Dennoch würde die Annahme abgeschmackt seyn, dafs in Wirklichkeit die Belastung eines jeden Fufses mehrere Werthe haben könnte; auch verschwindet diese Unbestimmtheit in der That, sobald man den der Substanz des Tisches zugehörigen Grad von Elasticität und die Biegung, die, sey sie auch noch so klein, derselbe erleidet, in Rechnung zieht. In meiner Abhand-

Digitized by Google

lung findet man eine Lösung dieses Problems der physicalischen Mechanik für den besonderen Fall, wo eine kreisrunde Platte zugleich in ihrem Mittelpunkt und an ihrem Umfang unterstützt ist, und wo man fragt, nach welchem Verhältnifs die Last ihres Gewichts sich unter diese beiden Stützen vertheile. Ich habe für dieses Verhältnifs einen bestimmten Werth erhalten, welcher weder vom Durchmesser, noch von der Dicke der Platte, noch auch von dem Grade ihrer Elasticität abhängt, welcher aber verschieden ausfällt, je nachdem der Umfang eingefugt, oder blofs vertical gestützt ist.

Ich komme jetzt zum Hauptgegenstand meiner Abhandlung, wo ich mir besonders vorgenommen habe, die Gleichungen für das Gleichgewicht und die Bewegung elastischer Stäbe und Platten, aus der Betrachtung der gegenseitigen Actionen ihrer Theilchen, zu bilden. Es ist jedoch wichtig zuvor eine Bemerkung zu machen, ohne welche die Berechnung der von dieser Ursache herrührenden Kräfte illusorisch werden würde. In allen den Fällen, in welchen man bis jetzt die Molecular-Action betrachtet hat, z. B in der Theorie der Capillarität und der Wärme, hat man die Kräfte, welche aus dieser Action entstehen, stets durch bestimmte Integrale ausgedrückt; und doch ist diese Weise sie darzustellen auf sie nicht anwendbar, wie man diefs aus den folgenden Betrachtungen ersehen wird.

Wenn ein Körper sich in seinem natürlichen Zustande befindet, d. h. wenn er durch keine Kraft zusammengedrückt ist, sich im Vacuo befindet, und man selbst von seinem Gewichte absieht, so ist nicht blofs ein jedes Theilchen in seinem Innern und auf seiner Oberfläche im Gleichgewicht, sondern es ist auch, wie man aus meiner Abhandlung ersehen wird, die Resultante der Molecular-Actionen für sich auf beiden gegenüberstehenden Seiten von jedem kleinen Theile des Körpers gleich

Digitized by Google

Null *). In diesem Zustande müssen die Abstände, welche die Theilchen trennen, von der Art seyn, dafs diese Bedingung erfüllt werde, wenn man auf deren gegenseitigen Attractionen, so wie auf die Wärme-Abstofsung, welche wir gleichfalls mit in die Molecular-Actionen aufnehmen, Rücksicht nimmt. Wie hart und fest ein Körper auch seyn mag, so ist dennoch die Kraft, welche sich der Trennung seiner Theile widersetzt, in dem von uns erwähnten Zustand entweder Null oder gar nicht vorhanden; sie tritt nur erst dann auf, wenn wir diese Trennung auszuführen, und die Abstände zwischen den Moleculen, wenn auch nur ganz wenig, zu ändern suchen. Wenn man nun diese Kraft durch ein Integral auszudrücken sucht, so geschieht es, dafs dessen Werth, welcher für den natürlichen Zustand des Körpers Null ist, es auch nach irgend einer Veränderung in dem Abstande zwischen den Moleculen seyn kann, so dafs demzufolge der Körper bei der Trennung seiner Theilchen keinen Widerstand leisten würde, was eine Ungereimtheit wäre. Es folgt daraus, dafs die Summe, welche die totale Action einer Reihe getrennter Theilchen ausdrückt, sich nicht in ein bestimmtes Integral verwandeln kann, was von der Natur der Function der Abstände herrührt, welche die

*) Man sieht dieses leicht für den Fall eines blofsen, aus einer Reihe von Moleculen gebildeten Fadens. Man theile ihn in Theile, die sehr klein, aber dennoch gegen den Wirkungsradius der Molecule sehr grofs sind, und bezeichne mit A_0, A_1, A_2, A_3.. die auf einander folgenden Theilungspunkte. Da, zufolge der Hypothese, kein äufserer Druck auf das Ende A_0 wirkt, so mufs, damit der Theil $A_0 A_1$ im Gleichgewicht sey, die Wirkung des übrigen Fadens auf diesem Theil ebenfalls Null seyn. Die Wirkung von $A_0 A_1$ auf diesen Rest oder auf den Theil $A_1 A_2$ wird es also ebenfalls seyn. Damit also dieser letztere Theil im Gleichgewicht sey, ist es nöthig, dafs der Rest des Fadens in seiner Wirkung auf $A_1 A_2$ ebenfalls Null sey; und fährt man so nach einander fort, so kommt man zu dem Schlusse, dafs die Molecular-Actionen, welche an den beiden Seiten irgend eines Theiles stattfinden, für sich 0 sind, in der ganzen Länge des Fadens, wie an den beiden Enden desselben.

Digitized by Google

Action eines jeden Moleculs darstellt. Die Molecular-Kräfte, für die man die Ausdrücke in dem ersten Paragraphen meiner Abhandlung findet, sind nach diesem Principe berechnet, und dennoch auf die möglichst einfache Form gebracht.

Die folgenden Paragraphen enthalten die Gleichungen des Gleichgewichts und der Bewegung, hergeleitet aus diesen Kräften und bezogen, sowohl auf alle Punkte, wie auf die Enden, von elastischen Saiten, Stäben, Membranen und Platten. Unter diesen Gleichungen sind diejenigen, welche sich auf den Umfang einer beliebig gebogenen elastischen Platte beziehen, und die, welche zu den Punkten einer eben gebliebenen Membrane oder Platte gehören, vorher noch nicht gegeben worden; die übrigen fallen mit den schon früher auf verschiedene Weisen gefundenen Gleichungen zusammen. Um die Gesetze der Schallschwingungen aus diesen Gleichungen herzuleiten, habe ich, wie oben gesagt, bei deren Integration die Integrale durch Reihen von particulären Lösungen einer jeden Aufgabe ausgedrückt. Die Coëfficienten dieser Reihen sind nach einer Methode bestimmt, die ich schon in einer andern Abhandlung gebraucht und, was ihre ganze Allgemeinheit und Gleichförmigkeit beweist, zu den verschiedenartigsten Anwendungen benutzt habe. Ein Vortheil dieser Methode ist: dafs sie zugleich ein Mittel liefert zum Beweise der Realität aller Wurzeln der transcendenten Gleichungen, von welchen die Coëfficienten der Zeit unter den Sinus und Cosinus, nach welchen die Reihen geordnet sind, abhangen. Diefs ergiebt sich übrigens auch aus der Stabilität des Gleichgewichts aus welchem die Körper abgelenkt werden.

Die durch meine Analyse erhaltenen Resultate über die Messung der Töne und die Lage der Knotenlinien habe ich so viel wie möglich mit der Erfahrung zu vergleichen gesucht, und dazu die Versuche angewandt, welche die HH. Savart und Cagniard-Latour die Güte

Digitized by

hatten mir mitzutheilen. Man hat schon aus zwei Notizen im 36. Bande der *Annales de chimie et de physique* ersehen, wie merkwürdig die Rechnung mit der Erfahrung übereinstimmt *); fernere Belege dazu findet man weiter unten in dieser Abhandlung. Diese Uebereinstimmung bei den entscheidensten Punkten liefert eine gewichtige Bestätigung der Theorie, so wie zugleich einen neuen Beweis von der Geschicklichkeit der Beobachter und von der Genauigkeit ihrer Beobachtungen.

Ich will dieser zu meiner Abhandlung gehörenden Einleitung noch eine Anzahl der Resultate hinzufügen, welche den Physikern von Interesse seyn können.

I. Ich habe die Töne und die Knotenflächen einer Kugel bestimmt, in der alle Punkte, die gleich weit vom Mittelpunkt entfernt sind, in jedem Augenblick eine gleiche Bewegung in Richtung ihrer respectiven Radien besitzen.

II. Wenn ein elastischer Draht nach der Länge ausgezogen wird, und er sich dadurch in dem Verhältnisse $1:1+x$ verlängert, so nimmt zugleich sein Volumen in dem Verhältnisse $1:1+\frac{1}{2}x$ zu, und seine Dichte also umgekehrt in demselben Verhältnisse ab. Diese Volumensvergrößerung bei der Verlängerung hat schon Hr. Cagniard-Latour bei einem Messingdrahte bemerkt, und man kann daraus (dies. Ann. vorig. Bd. S. 516.) ersehen, wie genau das Resultat seines Versuchs mit dem unserer Rechnung übereinstimmt.

III. Es sey l die Länge einer ausgespannten Saite oder der Abstand zwischen den beiden festen Punkten, in denen sie sich endigt; α sey die Verlängerung in Folge der die Spannung bewirkenden Kraft oder eines entsprechenden Gewichts; n sey die Anzahl ihrer longitudinalen

*) Die eine derselben ist den Lesern schon im vorigen Bande dieser Annalen, S. 516., mitgetheilt; die andere folgt auszugsweise am Schlusse dieser Abhandlung. *P.*

Digitized by Google

Schwingungen innerhalb der Zeiteinheit, und n' die Anzahl ihrer transversalen Schwingungen in derselben Zeit; dann wird man haben:

$$\frac{n}{n'}=\sqrt{\frac{l}{a}}.$$

Bei einem von Hrn. Cagniard-Latour angestellten Versuche war:

$$l=14^{m},8;\ a=0^{m},05\quad \frac{n}{n'}=16{,}87,$$

welches Verhältnifs nur wenig von 17,204 abweicht, das zufolge der obigen Formel stattfinden mufs.

IV. Es sey a die Geschwindigkeit des Schalls in einem sehr dünnen und unendlich langem Stabe, und n die Anzahl der longitudinalen Schwingungen, welche ein an beiden Enden freier Stab von gleicher Substanz und der Länge l innerhalb der Zeiteinheit vollführt, so hat man:

$$a=\frac{2l}{n}.$$

Diese Formel war schon bekannt; aber es mufs hinzugesetzt werden, dafs die Geschwindigkeit des Schalls nicht dieselbe ist in einem Körper, bei dem man alle drei Dimensionen betrachtet. Bei gleicher Substanz wird sie dann im Verhältnisse $\sqrt{5}:\sqrt{6}$ vermehrt, und diefs veranlafst eine wesentliche Verschiedenheit zwischen der Fortpflanzung des Schalls nach der Länge einer starren Stange mit freier Oberfläche, und der nach der Länge einer in einem Kanale enthaltenen flüssigen Säule. Im letztern Falle ist nämlich die Geschwindigkeit dieselbe, wie in einer sich nach allen Richtungen bis in's Unbestimmte erstreckenden Masse von derselben Flüssigkeit. Die Geschwindigkeit a kann auch, wie schon Laplace bemerkt hat, aus der Contraction hergeleitet werden, welche ein Stück der Stange durch ein gegebenes Gewicht erleidet.

V. Man habe einen cylindrischen Stab, der an einem

Digitized by Google

Ende eingeklemmt und mit dem andern frei ist, und es bezeichne E das Moment einer Kraft, die an dem freien Ende, in einer gegen den Stab senkrechten Ebene wirkt. Ferner sey ε der Radius und ϱ die Dichte des Cylinders, so wie a die Geschwindigkeit des Schalls in einer Stange von gleicher Substanz. Ueberdiefs bezeichne x den Abstand irgend eines Punkts von dem festen Ende, ψ den Drehungswinkel an demselben Punkt, und π das Verhältnifs des Kreisumfangs zum Radius; dann wird man haben:

$$\psi = \frac{5Ex}{\pi \varepsilon^4 a^2 \varrho}$$

VI. Wenn, in demselben Falle, der Stab successiv um seine Axe und im Sinne seiner Länge schwingt, so wird das Verhältnifs der beiden Töne unabhängig seyn von der Substanz und von den Dimensionen des Stabes. Bezeichnet dann, für eine gleiche Zeit, n_1 die Zahl der drehenden und n die Zahl der longitudinalen Schwingungen, so hat man:

$$\frac{n}{n_1} = \tfrac{1}{2}\sqrt{10}.$$

Schon früher ist die Beständigkeit dieses Verhältnisses von Chladni bemerkt, aber nach ihm würde es gleich $\frac{3}{2}$ seyn. Nach den neuern Versuchen von Hrn. Savart würde es dagegen den Werth 1,6668 erhalten. Das Mittel aus beiden Resultaten der Erfahrung weicht wenig von 1,5811 ab, welches die Rechnung giebt.

VII. Es sey l die Länge eines cylindrischen an beiden Enden freien Stabes, ε sein Radius, n die Anzahl seiner longitudinalen Schwingungen in der Zeiteinheit, und n' die Anzahl seiner transversalen Schwingungen in derselben Zeit; dann wird man haben:

$$\frac{n'}{n} = (3{,}5608)\frac{\varepsilon}{l}.$$

Man kann aus der Notiz am Schlusse dieses Aufsatzes ersehen, wie merkwürdig diese Formel mit dem Versuche des Hrn. Savart übereinstimmt. In dieser

Digitized by Google

Formel, wie in den vorhergehenden, gehört die angegebene Schwingungsanzahl jedesmal zum tiefsten Ton, und mufs aus diesem nach den gewöhnlichen Regeln der Akustik abgeleitet werden.

VIII. Ich habe die verschiedenen Töne einer nach allen Richtungen gleichmäfsig ausgespannten und transversal schwingenden Membrane bestimmt, für den Fall, dafs diese Membrane ein Rechteck sey, dessen vier Seiten man befestigt habe. Ich habe auch für denselben Fall alle Systeme von Knotenlinien bestimmt, und gezeigt, dafs ihre Anzahl unendlich seyn kann, obgleich der Ton derselbe bleibt, sobald die Seiten der Membrane gleich sind oder ein gemeinschaftliches Maafs haben.

IX. Es sey p das Gewicht einer kreisrunden Membrane, P die an allen Punkten ihres Umfangs wirkende und nach allen Richtungen eine gleiche Spannung hervorbringende Kraft, g das Maafs der Schwerkraft, und n die Anzahl der transversalen Schwingungen der Membrane in der Zeiteinheit, in Bezug auf deren tiefsten Ton, und in der Voraussetzung, dafs die gleich weit vom Mittelpunkt entfernten Punkte derselben in jedem Augenblick eine gleiche Bewegung besitzen; dann wird man haben:

$$n = (0{,}6784)\sqrt{\frac{Pg}{p}}$$

Da P und p sich gleich bleiben, so ist diese Zahl, wie man sieht, unabhängig von dem Radius der Membrane. Beim Uebergange von dem tiefsten Ton zu dem nächstfolgenden, wächst sie in einem etwas geringeren Verhältnisse, als dem von 2:5. Der letztere Ton wird von einer Knotenlinie begleitet, deren Radius 0,4347 ist, den Radius der Membrane dabei als Eins gesetzt. Versuche, mit denen ich diese Resultate der Theorie hätte vergleichen können, habe ich nicht gefunden.

X. Ich habe die Töne und Knotenlinien einer kreisrunden Scheibe bestimmt, auf der alle, gleich weit vom Mittelpunkt entfernte, Punkte in jedem Augenblick die-

Digitized by G

selbe Geschwindigkeit, besitzen für die Fälle, dafs der Umfang der Scheibe entweder eingeklemmt oder blofs gestützt oder ganz frei sey. Im letztern Fall ist das Verhältnifs zwischen den beiden tiefsten Tönen einer und derselben Scheibe $=4{,}316$. Hr. Savart hat für diefs Verhältnifs eine Zahl erhalten, die zwar etwas gröfser ist als 4, aber um einen merklich kleineren Bruch als den von mir gefundenen. Derselbe glaubt indefs, dafs der Unterschied zwischen der Rechnung und Erfahrung nicht aufser den Gränzen der bei diesen Beobachtungen möglichen Fehler liege.

XI. In demselben Falle ist der tiefste Ton von einer Knotenlinie begleitet, und der nächst höhere von zwei ähnlichen Linien. Nimmt man den Radius der Scheibe zur Einheit, und nennt r den Radius der ersten Knotenlinie, r_1 und r_2 die Radien der beiden andern, so giebt die Rechnung:

$$r=0{,}6806;\ r_1=0{,}3915;\ r_2=0{,}835.$$

Hr. Savart hat diese Radien bei drei Kupferscheiben von verschiedener Gröfse gemessen und folgende Werthe gefunden:

1) $r=0{,}6819$; $r=0{,}6798$; $r=0{,}6812$,

welche sehr wenig von einander abweichen, und im Mittel sehr nahe mit dem berechneten übereinstimmen; ferner

2) $r_1=0{,}3855$; $r_1=0{,}3876$; $r_1=0{,}3836$;

Resultate, die sowohl unter sich, als auch mit dem Resultate der Rechnung dieselbe Uebereinstimmung zeigen; und endlich:

3) $r_2=0{,}8410$; $r_2=0{,}8427$; $r_2=0{,}8406$,

welche gleichfalls auf eine sehr merkwürdige Weise mit dem von der Rechnung gelieferten Werth von r_2 übereinkommen.

XII. Endlich sey n die Zahl der Schwingungen entsprechend dem tiefsten Ton, welchen ein an beiden Enden freier Stab in der Zeiteinheit zu geben vermag, ε der Ra-

Digitized by Google

Radius und $2l$ die Länge dieses Stabes. Man bezeichne ferner mit n_1 die Anzahl der Schwingungen, welche für dieselbe Zeit dem tiefsten Tone einer kreisrunden Scheibe entspricht, die aus gleicher Materie besteht, am Rande gänzlich frei ist, die Dicke 2ε und den Radius l besitzt; dann wird man haben:

$$\frac{n_1}{n} = (3{,}3746)\frac{\varepsilon}{l};$$

eine Formel, zu deren Verificirung es nöthig ist, dafs man die Dicke der Platte und den Durchmesser des Stabes mit grofser Genauigkeit messe, weil diese Elemente auf die Schwingungen beider Körper Einflufs haben.

Die Discussion, welche sich nach Vorlesung meiner Abhandlung in der Academie erhoben hat, nöthigt mich zu der Bemerkung, dafs dieselbe aus zwei Theilen besteht, von welchen der eine, ganz specielle, sich auf akustische Aufgaben bezieht, die übersichtlich in dem Vorhergehenden enthalten, und bisher noch von Niemanden behandelt worden sind; der andere enthält allgemeine Betrachtungen über die Molecular-Actionen und über den Ausdruck für die aus ihnen entspringenden Kräfte. Es ist darin gezeigt, dafs es zur Erlangung dieser Ausdrücke nöthig sey, der Function des Abstandes, welche die gegenseitige Action zweier Molecule ausdrückt, einige Beschränkung zu geben, und dafs es nicht hinreicht, wie man bisher angenommen hatte, dafs diese Function zu denen gehöre, welche bei einer merklichen Gröfse der Variablen unmerklich werden. Es ist auch darin gezeigt, dafs die Summe, welche die totale Resultante der Molecular-Actionen nach allen Richtungen ausdrückt, nicht von der Art sey, dafs sie in ein Integral verwandelt werden könne. Diefs ist gleichfalls noch nicht bemerkt worden, und dennoch wesentlich, weil die Darstellung dieser Resultante durch ein bestimmtes Integral den Coëfficienten derselben, nach der Veränderung, welche die

Digitized by Google

Form des Körpers durch gegebene Kräfte erleidet, Null machen, also auch die Bildung der Gleichgewichtsgleichungen für denselben unmöglich machen würde. Nachdem endlich die allgemeinen Gleichungen für das Gleichgewicht eines elastischen Körpers von beliebiger Form, unter Berücksichtigung der verschiedenen von mir nachgewiesenen Umstände, aufgestellt sind, habe ich diejenigen aus ihnen abgeleitet, welche sich auf elastische Saiten, Stäbe, Membranen und Platten beziehen. Diese Herleitung, welche meines Wissens bisher noch Niemand versucht hat, erfordert analytische Transformationen, deren Auffindung mir, selbst für den einfachsten Fall, nämlich den der elastischen Saite, viele Zeit gekostet hat.

Auszug aus der auf S. 394. erwähnten Notiz über die Schwingungen tönender Körper.

Ein und derselbe elastische Stab kann auf vier verschiedene Weisen schwingen. Er macht: 1) *longitudinale* Schwingungen, wenn man ihn der Länge nach auszieht oder zusammendrückt, 2) *normale* Schwingungen, wenn dasselbe senkrecht gegen seine gröfste Dimension geschieht, 3) *drehende* Schwingungen, wie Chladni sie nennt, welche vermöge einer Drehung um die Axe stattfinden, und endlich 4) *transversale* Schwingungen, welche durch Biegungen hervorgerufen werden. Diese vier Arten von tönenden Schwingungen hängen von der Steifigkeit einer und derselben Masse ab, und müssen daher mit einander in Zusammenhang stehen, so dafs sich, wenn der Ton, welcher den Schwingungen einer Art entspricht, bekannt ist, daraus der Ton einer jeden der drei andern Schwingungsarten herleiten lassen mufs. Diefs ist eins der Probleme, dessen vollständige Lösung man in meiner Abhandlung findet.

Die Gesetze der longitudinalen Schwingungen sind dieselben, wie die der Luft in den Flöten, wenigstens

Digitized by Google

Aus, wenn nun Herr Kirn den Schluß der Bekanntmachung des Herrn Dr. Schmidt-Ott vom 15. Juli 1920 wörtlich nimmt, der lautet: Die Prüfung beschränkt sich darauf, ob die Arbeit den Anforderungen entspricht, die an eine Dissertation gestellt werden müssen. Ich habe mich bemüht, diese Anforderungen zu erfüllen, und ich glaube, daß ich sie erfüllt habe. Ich habe mich bemüht, die Arbeit so zu machen, daß sie den Anforderungen entspricht, die an eine Dissertation gestellt werden müssen

im ersten Falle: $n' = (2{,}05610)\frac{ne}{l}$

und im letzten Falle: $n' = (1{,}78063)\frac{ne}{l}$

von den zwischen den Parenthesen befindlichen Zahlen ergiebt sich die zweite aus der ersten durch Multiplication derselben mit $\frac{1}{2}\sqrt{3}$.

Da ich begierig war, diese Formeln mit der Erfahrung zu vergleichen, so konnte ich mich an Keinen besser wenden, als an Hrn. Savart, welcher die Güte hatte, mir die folgenden, mit Stäben von verschiedenen Substanzen und Dimensionen angestellten Beobachtungen mitzutheilen. Die longitudinalen Schwingungen wurden an der ganzen, beinahe einen Meter betragenden, Länge der Stäbe beobachtet; man führte diese Länge auf ihr Achtel zurück, durch das bekannte Gesetz, dafs die Zahl dieser Schwingungen sich umgekehrt wie die Längen verhalten. Mit diesem Achtel wurden die transversalen Schwingungen beobachtet. Die Zahlen n und n' leitete man aus dem Tone ab, der in beiden Fällen entstand, und der mit grofser Genauigkeit festgesetzt wurde. Die folgende Tafel enthält nun diese Versuche verglichen mit den obigen Formeln.

	Beobachtet	Berechnet.	Diff.
1. Parallelepipedischer Stab v Messing; $l = \frac{1}{8}(0^m,825)$; $e = 3^{mm},92$; $n = 34133$; $n' =$	2667	2668	+ 1
2. Cylindrischer Stab von Messing; $l = \frac{1}{8}(0^m,825)$; $e = 4^{mm},8$; $n = 34133$; $n' =$	2844	2829	−15
3. Cylindrischer Stab von Kupfer; $l = \frac{1}{8}(0^m,825)$; $e = 3^{mm},4$; $n = 36864$; $n' =$	2133	2164	+31
4. Cylindrischer Stab von Eisen; $l = \frac{1}{8}(0^m,880)$; $e = 5^{mm},0$; $n = 45514$; $n' =$	3686	3683	− 3
5. Parallelepipedischer Stab von Glas; $l = \frac{1}{8}(0^m,967)$; $e = 6^{mm},1$; $n = 42667$; $n' =$	4608	4645	+37
6. Parallelepipedischer Stab von Glas; $l = \frac{1}{8}(0^m,967)$; $e = 2^{mm},6$; $n = 42667$; $n' =$	1843	1887	+44
7. Parallelepipedischer Stab v. Büchenholz; $l = \frac{1}{8}(0^m,8925)$; $e = 2^{mm},8$; $n = 40960$; $n' =$	2048	2114	+66

Digitized by Google

Bei den fünf ersten Versuchen sind die Unterschiede zwischen der Rechnung und Beobachtung sehr unbeträchtlich, weil der gröfste sich nicht bis zum $\frac{1}{70}$ Theil des berechneten n' erhebt. Beim sechsten ist der Unterschied etwas gröfser, aber dennoch steigt er nicht bis zum $\frac{1}{40}$ Theil von n'. Man kann diesen Umstand den Ungleichheiten in der Dicke zuschreiben, welche einen gröfseren Einfluſs hatten, weil der Stab unter den angewandten der dünnste war. Da die Substanz, die Gestalt und die Länge dieselben waren wie beim fünften Versuch, so müssen die Werthe von n' proportional den Dicken seyn, und dieſs giebt, aus dem Resultate des fünften Versuches abgeleitet, 1872 für den sechsten Werth von n', welche Zahl nur um $\frac{1}{120}$ von der durch Rechnung gefundenen 1887 abweicht. Bei dem siebenten Versuch ist der Unterschied zwischen der Rechnung und Beobachtung am gröfsten, indem er hier auf $\frac{1}{37}$ von n' steigt. Man könnte ihn auch hier noch den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zuschreiben, da z. B. ein Fehler von nur 0,1 Millimeter in dem Werthe von e hinreichte, ihn gänzlich zu tilgen; allein es ist auch möglich, daſs unsere Formeln nicht auf einen Stab von Holz anwendbar sind, da man diesen als ein System von Längenfasern betrachten darf, welches im Sinne der Dicke nicht gleiche Rigidität wie im Sinne der Länge hat. Da diese Rigidität in ersterer Richtung schwächer ist als in der zweiten, so begreift man, daſs auch die Zahl der transversalen Schwingungen geringer seyn muſs, als wir sie aus der Zahl der Längenschwingungen hergeleitet haben. Dieſs stimmt mit dem letzten Versuche überein.

Man bemerke endlich, daſs in den beiden ersten Versuchen die Länge l und die Substanz des Stabes gleich waren, und daſs also die Zahl n' der transversalen Schwingungen in beiden Fällen proportional seyn würden den Dicken e, wenn der Stab dieselbe Form gehabt hätte. Der zweite Werth von n', aus dem ersten

Digitized by Google

hergeleitet, würde dann 3265 seyn, statt 2844, wie ihn die Beobachtung gegeben hat. Der Unterschied, welcher zwischen beiden Zahlen da ist, zeigt deutlich den Einfluſs der Form des Stabes; und wirklich muſs man nach Theorie, wenn man, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, von parallelepipedischen Stäben zu cylindrischen übergehen will, die Zahl n' in dem Verhältnisse $2:\sqrt{3}$ vermindern, und dieſs reducirt die erste Zahl 3265 auf 2828, welche nur sehr wenig von der beobachteten abweicht.

Weil man die Töne, welche elastische Stäbe bei ihrem Schwingen geben, mit sehr groſser Genauigkeit schätzen kann, so folgt daraus, daſs dieſs ein Mittel zur Bestimmung der Rigidität verschiedener Substanzen liefert, und daſs man aus der Biegung und Dehnung ihre Resistenz ableiten kann *). Ich werde in meiner Abhandlung dieſs Verfahren mit der Erfahrung vergleichen, und zeigen, daſs es eines gleichen Grades von Genauigkeit fähig ist.

II. *Versuche über die Dichtigkeit, Elasticität, Schmiedbarkeit und Stärke des gewalzten und geschmiedeten Eisens;*

von Lagerhjelm.

Diese Versuche, welche von dem Verfasser auf Kosten der hüttenmännischen Gesellschaft (Bruks-Societet) in Stockholm angestellt, und in einem im vorigen Jahre unter dem Titel: *Försök at bestämma valsadt och smidt jerns täthet etc.*, erschienenen Werke ausführlich beschrieben sind, haben zwar zunächst eine practische Beziehung, indem sie hauptsächlich beabsichtigen, den Einfluſs der verschiedenen Bereitungsarten des Eisens auf die Güte desselben zu ermitteln; da sie indeſs mit groſser Genauigkeit ange-

*) Man sehe S. 409. *P.*

Digitized by Google

stellt sind, so hat es nicht fehlen können, dafs sie auch manches Resultat gegeben haben, welches in rein wissenschaftlicher Hinsicht von Interesse ist. Es wird daher nicht unzweckmäfsig seyn, die Leser mit einigen der Hauptresultate dieser schätzbaren Untersuchung bekannt zu machen, und es möchte diefs nicht besser geschehen können, als durch Mittheilung des Abrisses, welchen Berzelius in seinem 8. Jahresberichte, S. 71. d. O., von derselben aufgenommen hat.

Die Metalle, heifst es daselbst, sind im Allgemeinen bekanntlich innerhalb gewisser Gränzen vollkommen elastisch, und aufserhalb dieser Gränzen dehnbar. Wenn eine Metallstange mit einem Ende an einem unbeweglichen Gegenstand befestigt ist und am andern Ende eine Kraft die Stange zu verlängern sucht, so wird dieselbe um ein Gewisses verlängert, und zwar um so mehr, je gröfser die Kraft ist. So lange diese Kraft eine gewisse, von der Natur und dem Querschnitt der Metallstange abhängige, Gröfse nicht übersteigt, nimmt die Stange, nach aufgehobener Wirkung der Kraft, vollkommen ihre frühere Länge wieder an. Wird aber die Kraft über diese Gröfse verstärkt, so nimmt die Stange nicht mehr ihre frühere Gestalt an, und sie bleibt ausgestreckt. Das Maximum von Kraft, welches sich anwenden läfst, ohne dafs das Metall sein Vermögen, auf die früheren Dimensionen zurückzukommen, verliert, ist das: was die *absolute Stärke* des Metalles ausmacht; und die Verlängerung, welche die Stange durch dieses Kraft-Maximum erleidet, und wodurch man also erfährt, wie viel die Stange ohne bleibende Streckung zu erleiden verlängert werden kann, wird ihre *Elasticitäts-Gränze* genannt. Innerhalb dieser Gränze sind die Metalle vollkommen elastisch, und ihr Widerstand wächst in demselben Grade wie die auf sie einwirkende äufsere Kraft, welcher auch die Verlängerung der Stangen sehr nahe proportional ist. Die Zahl, welche diefs Verhältnifs zwischen der Ausziehung und der zu

Digitized by Google

ihr erforderlichen Kraft ausdrückt, wird *Elasticitäts-Coëfficient* oder *Elasticitäts-Modulus* genannt. Aufserhalb der Elasticitätsgränze bewirkt die äufsere Kraft eine bleibende Gestaltveränderung; das Metall verlängert sich in der Richtung, in welcher die Kraft wirkt, und sein auf dieser Richtung senkrechter Querschnitt nimmt in demselben Maafse ab. Diese Eigenschaft, welche auf eine Verschiebbarkeit der Theilchen hindeutet, macht die *Dehnbarkeit* der Metalle aus.

Die Aufsuchung des Zusammenhanges zwischen diesen Eigenschaften ist eine interessante Aufgabe in der physikalischen Moleculartheorie; sehen wir jetzt welchen Beitrag die Lagerhjelm'schen Versuche zur Lösung dieser Aufgabe geliefert haben.

Die Versuche wurden mit Eisenstangen, die ungefähr $\frac{1}{2}$ Decimalzoll im Durchmesser hielten, angestellt, und zwar auf vier verschiedene Weisen, nämlich durch Ziehen, Biegen, Drehen und Strecken. Von diesen Methoden ist die der Ausziehung unstreitig die zuverlässigste, weil man durch sie das Verhältnifs zwischen der Verlängerung und der Kraft geradezu erhält, während dagegen dasselbe aus den drei übrigen Beobachtungsarten erst durch eine weitläuftige Berechnung zu erhalten ist.

Zu den merkwürdigsten Resultaten seiner Versuche gehört das: *dafs alle Arten von Eisen, sie mögen hart, weich oder brüchig seyn, denselben Grad von Elasticität zu besitzen scheinen*, d. h. dafs alle Eisensorten, bei gleichen Dimensionen und *innerhalb der Elasticitäts-Gränze*, durch eine gleiche Kraft allemal eine gleiche Ausziehung erleiden. Zwar haben die Versuche bei verschiedenen Stangen kleine Ungleichheiten in dem Werthe des Elasticitäts-Coëfficienten zu erkennen gegeben; allein es ist schwer zu entscheiden, in wie weit diefs nur von einer mangelhaften Homogenität der angewandten Eisen-

Digitized by Google

stangen herrührt. Der Coëfficient schwankte im Mittel nur zwischen 1033 und 1097.

Auch die Härtung scheint keinen Einfluſs auf die Elasticität zu haben. Es wurden nämlich zwei Stimmgabeln von gleichen Dimensionen und aus derselben Stahlsorte verfertigt, so daſs sie beim Anschlagen denselben Ton gaben. Als hierauf die eine gehärtet wurde, gab sie dessen ungeachtet denselben Ton wie die andere, was doch nicht geschehen konnte, wenn die Elasticität eine Veränderung durch den Härtungsproceſs erlitten hätte.

Man hat früher allgemein angenommen, daſs, innerhalb der Elasticitäts-Gränze, die Ziehkraft der durch sie bewirkten Ausziehung genau proportional sey. Lagerhjelm's Versuche haben, und wie es scheint ganz bestimmt, eine kleine *Variation* in dem *Elasticitäts-Coëfficienten* zu erkennen gegeben, so daſs, wenn man sich der Elasticitäts-Gränze nähert, die Ausziehung ein wenig geringer wird, als es nach dem angegebenen Verhältnisse zu der Ziehkraft seyn sollte. Dieſs ist theils durch directe Auszichungs-Versuche, theils durch Schwingungs-Versuche bewiesen worden.

In der *Elasticitäts-Gränze* haben die Versuche bedeutende Schwankungen gezeigt, eben so wie in der *absoluten Stärke*, welche beide zufolge der Beobachtungen einander nahe proportional sind, wie sie auch seyn müssen, im Fall der Elasticitäts-Coëfficient nur unbedeutend variirt. Das harte Eisen besitzt eine gröſsere Elasticitäts-Gränze als das weiche, eben so wie es auch eine gröſsere absolute Stärke besitzt, obgleich die Elasticität bei beiden wiederum gleich ist. Wenn eine Stange ausgestreckt wird, bleibt zwar ihre Elasticität unverändert, aber die Elasticitäts-Gränze ist bedeutend erweitert, und mit dieser hat auch die absolute Stärke zugenommen. Dieſs ist die Ursache, weshalb ein Eisendraht, welcher durch einen Drahtzug gegangen ist, im Verhältniſs zu seinem

Digitized by Google

Durchmesser eine gröfsere Stärke besitzt, als geschmiedetes Eisen; eine Beobachtung, welche schon Seguin gemacht und zur Errichtung von weniger hängenden Eisendraht-Brücken angewandt hat.

Was die *Dehnbarkeit* betrifft, so hat Lagerhjelm als *Maafs* derselben die Kraft angenommen, welche erfordert wird, um eine Stange von gegebenen Dimensionen um ein gewisses Stück zu strecken. Dieses Maafs mufs natürlicherweise bei den verschiedenen Eisenarten sehr ungleich ausfallen. Als *Gränze* der Dehnbarkeit hat er die Verlängerung genommen, welche eine Stange ohne Zerreifsung ertragen kann. Zwischen dieser Gränze und der Elasticitäts-Gränze hat er ein sehr einfaches Verhältnifs beobachtet. Wenn Δ das Stück ist, um welches die Stange beim Zerreifsen gestreckt wird, und C die Elasticitäts-Gränze derselben bezeichnet; so ist

$$C\sqrt{\Delta} = \text{Constans.}$$

Wie zuvor bemerkt ist, scheint die Bereitungsart des Eisens, keinen oder wenigstens nur einen höchst unbedeutenden Einflufs auf die Elasticität desselben auszuüben; dagegen hat die Bereitungsart bestimmt einen Einflufs auf die absolute Stärke, auf die Homogenität und Dehnbarkeit des Eisens. Lagerhjelm's Versuche haben, hinsichtlich dieses für die Behandlung des Eisens so wichtigen Gegenstandes, mehrere bestimmte Resultate gegeben; es ist aber durchaus nöthig, sie in dem Werke selbst nachzusehen.

Lagerhjelm hat auch, bei dem Zerreifsen einer Eisenstange, eine merkwürdige Veränderung in dem specifischen Gewichte derselben bemerkt. Er fand nämlich, dafs das specifische Gewicht an der Stelle, wo die Stange abrifs, und wo also dieselbe verhältnifsmäfsig die gröfste Streckung erlitten hatte, geringer war als an andern Stellen. Der Versuch wurde bei mehreren Stangen wiederholt und immer mit demselben Resultate. Im Mittel war das spec. Gewicht bei dem ungestreckten Eisen $=7{,}821$, und an

Digitized by Google

dem abgerissenen Ende =7,777. Dieſs ist um so sonderbarer, weil an der Stelle, wo das Eisen abreifst, immer eine bedeutende Wärmeentwicklung statt findet, und dieſs voraussetzen liefse, dafs das Eisen hier dichter würde.

Poisson ist seinerseits durch eine mathematische Untersuchung dieses Gegenstandes auch zu dem Schlufs gekommen, dafs bei der Ausziehung eine Volumsvergröfserung stattfinde, und zwar dadurch, weil der Querschnitt des ausgezogenen Stücks sich nicht in dem Grade vermindert, in welchem die Längendimension zunimmt *). Poisson, welcher eine mathematische Formel zur Berechnung der Gröfse dieser Volumensveränderung gegeben hat, stützt sich hiebei auf einen Versuch von Cagniard de la Tour, der aber nicht so entscheidend ist, wie der von Lagerhjelm.

Aufser den Versuchen über die Elasticität des Eisens hat Lagerhjelm auch die des *Kupfers*, *Silbers* und *Bleis* durch Schwingungen untersucht. Die Resultate dieser Versuche zeigen, dafs das Eisen ungefähr $1\frac{1}{2}$ Mal elastischer ist als das Kupfer, $2\frac{1}{2}$ Mal elastischer als das Silber und 10 Mal elastischer als das Blei.

Endlich hat Lagerhjelm bei diesen Metallen auch einen Vergleich angestellt zwischen dem direct erhaltenen Werth für ihre Elasticität und dem, welchen man aus dem akustischen Verhalten derselben ableiten kann **). Es ist nämlich bekannt, dafs die Schnelligkeit, mit welcher sich der Schall in einem Körper fortpflanzt, hauptsächlich auf dieser Elasticität beruht, so dafs man aus derselben die Fortpflanzungsgeschwindigkeit desselben durch eine einfache Formel berechnen kann, wenn man die geringe Beschleunigung vernachlässigt, welche in der Schnelligkeit dadurch entsteht, dafs vermöge der Condensationen

*) Man sehe dies. Ann, vorig. Bd. S. 516.

**) *K. Vetensk. Acad. Handling.* für 1827.

Digitized by

bei den Schallvibrationen etwas Wärme frei wird. Diese Beschleunigung kann hier um so eher vernachlässigt werden, als sie bei den starren und flüssigen Körpern weit geringer ist, als bei den Gasen.

Es ist ferner bekannt, dafs wenn eine Stange von einem starren Körper, mit einem ihrer Enden befestigt und darauf in longitudinale Erzitterungen versetzt wird, die zur Vollbringung einer Schwingung nöthige Zeit genau derjenigen gleich ist, welche der Schall gebraucht, um die Stange der Länge nach zu durchlaufen. Aus dem Tone also, welchen die Stange in diesem Falle giebt, erhält man genau die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, und folglich kann man auch aus dem Tone der Stange die Elasticität derselben berechnen. Versuche über die Töne, welche mehrere starre Körper geben, wenn man sie in longitudinale Schwingungen versetzt, sind früher von Chladni und Savart angestellt worden, und unter andern haben sie auch diese Töne bei Eisen-, Kupfer- und Silberstangen untersucht. Der Vergleich, welchen Lagerhjelm zwischen der aus diesen Tönen berechneten, und der durch seine Versuche gefundenen Elasticität angestellt hat, zeigt eine so genaue Uebereinstimmung, wie man sie nur wünschen kann, und giebt zugleich einen kräftigen Beweis von der Richtigkeit der mathematischen Theorie der Schallfortpflanzung.

Lagerhjelm's Versuche geben, wenn man das Schiffpfund zur Gewichtseinheit und die Decimalquadratlinie zur Flächeneinheit annimmt, für das Eisen dem Elasticitätscoëfficienten $=1070$. Eine Berechnung von Savart's Versuche über die Töne von Eisenstangen geben denselben $=1033$.

Beim Kupfer geben Schwingungsversuche den Coëfficienten 695, die Berechnung der Savart'schen Tonversuche dagegen 677.

Beim Silber geben Schwingungsversuche den Coëfficienten 443; aus der Berechnung der Chladni'schen

Digitized by Google

Versuche über die Töne einer Silberstange findet man ihn =461.

Die folgende Tafel enthält die Elasticitäts-Coëfficienten mehrerer Körper, wie sie Lagerhjelm theils aus seinen und Anderer Versuche über die Elasticität, theils durch Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls gefunden hat.

Stangeneisen	1070 . .	Lagerhjelm
Kupfer	686 . .	Lagerhjelm
Gufseisen	658 . .	Tredgold
Messing, gezogen	522 . .	Savart und Chladni
Silber	443 . .	Lagerhjelm
Glas	368 . .	Chladni
Messing, gegossen	325 . .	Tredgold
Blei	118 . .	Lagerhjelm
Wasser	108 . .	Colladon und Sturm.

Hienach scheint es also, dafs das Eisen zum wenigsten 10 Mal elastischer ist als das Wasser.

III. *Ueber das Zerreifsen von Harzmassen, welche ein gröfseres Volumen besitzen, als ihnen nach ihrer Temperatur zukommt;*

von Otto Unverdorben.

Wird ungefähr eine halbe Unze helles Colophon in einer flachen, 2 bis 3 Zoll weiten Porcellanschale geschmolzen, und zwar eine Zeit lang, damit sich das ätherische Oel desselben meist verflüchtige, so erhält man, nachdem es ruhig erkaltet ist, eine durchsichtige, stark am Gefäfse haftende Masse. Versucht man jetzt einen Rifs, auch nur den feinsten, auf der ebenen Harzfläche hervorzubringen, so zerspringt die ganze Masse, unter einem schwachen Geräusch, plötzlich in Risse, die von

Digitized by Google

der verletzten Stelle nach der Peripherie auslaufen. Indefs behält die so zerrissene Masse noch einigen Zusammenhalt.

Die Figuren 1. bis 4. Taf. V. stellen die Oberflächen solcher Harzmassen in halber Gröfse vor. Bei Fig. 1. ist der Theil *baedc* im Verhältnifs zu der übrigen Fläche etwas gröfser, wie in der Wirklichkeit, gezeichnet, um die einzelnen Punkte deutlich zu zeigen; auch sind der Deutlichkeit halber die kleinen Querrisse fortgeblieben, welche oft die von der Mitte auslaufenden Risse mit einander verbinden.

Colophon, welches seinen Gehalt an ätherischem Oele durch langes Schmelzen ganz verloren hat, reifst leicht und oft von selbst während des Erkaltens; doch erträgt es das Erkalten noch leicht, wenn es in der Schale eine sehr dünne Schicht bildet, wo dann die Zusammenziehung der Harztheile, in Richtung der Oberfläche, durch die Adhäsion der Masse zum Boden der Schale sehr geschwächt wird.

Einige Tropfen fetten Oeles mit einem solchen spröden Colophon (ungefähr 10 Tropfen auf 10 Gramm.) in einer Porcellanschale geschmolzen, benehmen diesem oft die Eigenschaft, beim Erkalten von selbst zu zerreifsen. Dann reifst die Harzfläche nur, wenn man ihre Oberfläche verletzt, z. B. mit einer Nadel ritzt. Colophon, das durch zu kurzes Schmelzen noch zu viel ätherisches Oel behalten hat, oder dem zu viel fettes Oel hinzugesetzt worden ist, reifst auf keine Weise.

Wenn man erhitztes, von ätherischem Oele befreites Colophon in dünne Fäden zieht, so kann man an diesen beobachten, dafs das Colophon sowohl einen gewissen Grad von Elasticität besitzt, als auch einen gewissen Grad von Biegsamkeit oder Streckbarkeit, vermöge welcher es die beim Biegen erhaltene Gestalt mehr oder weniger beibehält.

Das Zerreifsen der Harzmassen wird also abhangen:

Digitized by Google

1) Von der Streckbarkeit, die sehr gering ist, wenn das Harz kein ätherisches Oel enthält, die aber desto bedeutender wird, je mehr ätherisches oder fettes Oel mit demselben verbunden ist. — 2) Von der Elasticität derselben, die in dem Grade wächst, als die Streckbarkeit abnimmt. — 3) Von der Kraft, mit der sich das schon erstarrte Harz durch weiteren Wärmeverlust zusammenzuziehen strebt. — 4) Von der Cohäsion des Harzes und seiner Adhäsion zum Gefäfs. — 5) Von der Ursache, die das Zerspringen einleitet.

Wenn diese fünf Gröfsen bekannt wären, liefse sich wahrscheinlich das Phänomen des Zerreifsens der Harzmassen dem Calcul unterwerfen; denn einzusehen ist, dafs dieses Aufreifsen einem Gesetze folgen mufs.

In Praxis ist es mir jedoch nicht gelungen, ein ganz regelrechtes Aufreifsen der Harzmassen zu bewirken. Denn, wenn auch das Gefäfs regelmäfsig ausgeschliffen ist, wird doch das Aufreifsen durch die geringste Unregelmäfsigkeit im Schmelzen oder Abkühlen, durch kleine Blasen oder sonstige Gegenstände im Harze mannigfach gestört.

Am Regelmäfsigsten geschieht noch das Aufreifsen, wenn man das Harz in einem Leinölbade, in kugelförmig geschliffenen Gefäfsen oder in Uhrgläsern, so lange erhitzt, jedoch gelinde, damit sich keine Blasen bilden, bis das Harz zwischen den Zähnen, ohne zu kleben, völlig spröde erscheint, hierauf das Gefäfs mit einer Pappschachtel bedeckt, und nun es ruhig erkalten läfst. Bei einem schnellen Erkalten an der Luft wird die Harzmasse, durch ungleiche Zusammenziehung, fadenartig.

Die Erscheinung hat also darin ihren Grund, dafs das Harz, indem es erstarrt, sich fest an die Wände des Gefäfses legt, und vermöge seiner Adhäsion zu diesen sich nicht stärker als das Gefäfs zusammenziehen kann. Das Harz, sich selbst überlassen, zieht sich aber bei gleichem Wärmeverlust stärker zusammen als Porcellan, Glas,

Digitized by

Blei und Gold. Dadurch wird das Harz in einem Zustand von Spannung versetzt, vermöge welcher, wenn einmal eine äufsere Ursache, als Stofs, u. s. w., die Cohäsion des Harzes an einer Stelle unterbrochen hat, die ganze Masse nach verschiedenen Richtungen aufgerissen und vom Gefäfse abgetrennt wird.

Es stelle nämlich Fig. 1. Taf. V. die in dem Gefäfse erstarrte Harzmasse vor, welche in *a* mit einem Rasirmesser in Richtung *be* berührt worden ist, und dadurch in derselben Richtung einen feinen Rifs erhalten hat. Es sey ferner Fig. 6. Taf. V. ein Durchschnitt der Harzmasse, nach Richtung *ut* (Fig. 1.) durch *a* gelegt, und *bac* ein Durchschnitt des Risses, den das Messer in die Harzmasse *dike* gemacht hat. Vermöge seiner Elasticität wird sich nun der Theil *beaf* in der Richtung *af* zusammenziehen, eben so der Theil *dcga* in Richtung *ag*. Durch diese Zusammenziehung und den damit verbundenen Stofs wird nun die Harzmasse nach der Richtung *ah* aufreifsen, und dieser Rifs, unter fortwährendem Zusammenziehen der rechts und links von ihm liegenden Theile *afhk* und *gaih*, bis *h* wachsen, wo dann seine Seiten *rh* und *sh*, wie Fig. 7. zeigt, eine krummlinige Gestalt annehmen. Hiedurch wird nun nothwendig auf das Harz in *h* ein Zug von *h* nach *t*, in Richtung der Tangente der Curve, ausgeübt, und vermöge dieses Zuges und des mit dem Wachsen des Risses verbundenen Stofses wird sich das Harz in *h* von dem Gefäfse ablösen.

Kehrt man zu Fig. 1. zurück, so wird da, wo die Linie *bae* war, eine Lücke entstanden seyn, die, wie Fig. 8. vielfach vergröfsert darstellt, von krummlinigen Rändern *er*, *rb*, *bs*, *se* begränzt ist. Diese Ränder befinden sich offenbar in einem erhöhten Zustande von Spannung, da sie gröfser geworden als *ea* und *ab* (Fig. 1.), und da sie überdiefs nicht mehr mit dem Boden des Gefäfses in Verbindung stehen, so werden sie vorzugsweifse

zum

Digitized by Google

zum Reifsen geneigt seyn. Dieſs stellt sich denn auch wirklich bei *e* und *b* ein, und zwar ist ihr Winkel *cbė* allemal ein stumpfer, obgleich er oft um mehrere Grade variirt. Hier sind also die angeführten Kräfte, verbunden mit dem Bestreben von *rbc* sich nach *nm* zusammenzuziehen, gröfser als die Cohäsion des Harzes in *bc*.

Zugleich muſs bemerkt werden, daſs die Risse *de* und *bc* nicht im Endpunkte des Risses *erbs* entstehen, sondern etwas vor den Endpunkten *b* und *e*, während *erbs* in gerader Richtung bis *l* und *y* fortreifst. Wie nun *bc* zerrissen ist, so reifst auch *ed*; eben so reifst auch die Harzmasse von *c* nach *i*, von *i* nach *w*, und von *w* nach *x*.

Während dieses fortwährenden Reifsens löst sich auch die Harzmasse längs den Rissen vom Boden des Gefäſses ab, wie es oben beschrieben worden ist. Dieses Ablösen wird nun, je weiter sich der Rifs von *b* nach *c*, *i* und *k*, und der andere Rifs von *e* nach *d* und *k* erstreckt, immer weiter von der Mitte der Masse um sich greifen, und wenn die Streckbarkeit des Harzes sehr gering ist, wird aus leicht erklärlichen Gründen die ganze Masse vom Boden des Gefäſses abspringen. Bei diesem Abspringen vergröfsern sich die Zwischenräume zwischen der Harzmasse und dem Gefäſse in dem Maſse, daſs daselbst das Licht nicht mehr in Farben zerlegt wird. Auf gleiche Weise, wie die obere Hälfte der Fig. 1. zerrissen ist, reifst übrigens auch die untere Hälfte.

Wenn die Streckbarkeit der Harzmasse durch einen stärkeren Gehalt an Oel gröfser ist, so tritt ein anderer Fall ein. Nachdem sich nämlich das Harz in der Mitte vom Gefäſse abgelöst hat, kommt ein Punkt, wo die Adhäsion des Harzes zum Gefäſse gröfser ist, als die Kraft, mit der es sich loszureifsen sucht. Denn bleibt das Harz, wie es in Fig. 3. Taf. V. vorgestellt ist, an einer Stelle *a* am Gefäſse haften, und diese Stelle erscheint von oben gesehen dunkel, umgeben von Farbenringen, die durch

Digitized by

die dünne Luftschicht gebildet werden, welche in die Zwischenräume eingedrungen ist. Durch diese Farbenringe liefse sich die Biegung der Harzmasse messen. Bei solchen streckbaren Harzmassen erhalten auch die Risse eine gröfsere Länge, und sie wachsen langsam, so dafs man ihre Verlängerung beobachten kann, während sie bei spröden Massen in einem Moment gebildet werden.

Wenn das Harz einen starken Grad von Streckbarkeit besitzt, kommen auch mehrere solcher nicht losgerissener Stellen vor, und wenn diese symmetrisch vertheilt liegen, erhält die zerrissene Masse ein ganz artiges Ansehen. Fig. 4. Taf. V. stellt einen Fall der Art dar, wo die dunklen Flecke die nicht losgerissenen Stellen bezeichnen.

Oft bleiben auch am Rande Stellen von geringer Breite, wie *khaiwx* Fig. 8., am Gefäfse sitzen, und diese erscheinen dann als dunkle Stellen, wie in Fig. 1. angedeutet ist. Besitzt das Harz einen bedeutenden Grad von Streckbarkeit, so nehmen diese Randstellen die in Fig. 3. angegebene Gestalt an.

Bei den blofs theilweise gesprungenen Massen besitzen nur die nicht losgerissenen Stellen noch einige Spannung, und diese können dann durch Stechen mit einer Nadel zum Aufreifsen gebracht werden.

Die in Fig. 1—4. abgebildeten Gestalten werden auch hervorgebracht, wenn man den in der Schale erkalteten Harzkuchen mit irgend einem spitzigen eckigen oder runden Körper berührt oder stöfst, da selten der Stofs so regelmäfsig ausgeführt wird, dafs nicht dadurch das Harz vorzugsweise in einer Richtung verletzt würde.

Wenn eine etwas dicke und zugleich wenig streckbare Harzmasse mit einem harten Körper im Mittelpunkt berührt wird, so gestaltet sich das Aufreifsen im Innern auf die Art, wie es Fig. 9. zeigt. Diefs ist besonders deutlich zu sehen, wenn man die gesprungene Harzmasse vorsichtig aus der Schale herausschneidet.

Digitized by Google

Wenn man die Harzmassen recht gleichförmig verletzt, so erhalten die Risse und die dadurch gebildeten Figuren einen ziemlichen Grad von Regelmäfsigkeit. Diese regelmäfsige Verletzung bewirkt man am besten, wenn man eine erwärmte Nähnadel senkrecht in die Mitte der noch flüssigen Harzmasse taucht und mit derselben erkalten läfst. Ist die Masse nicht zu spröde, so reifst sie beim Erkalten nicht, und man kann dann durch einen sanften Druck auf den Cylinder sehr regelmäfsige Figuren hervorbringen. Beispiele der Art liefern Fig. 5. und Fig. 10. Um hier nicht zu sehr in's Detail zu gehen, mag hier nur noch bemerkt werden, dafs in diesen Figuren die Zahl der Segmente um so gröfser wird, je geringer die Streckbarkeit des Harzes und je dicker der eingeschmolzene Cylinder ist. Das Aufspringen der Masse läfst sich auch durch Erkältung des Cylinders mittelst Aether bewerkstelligen. Zuweilen, wenn die Harzmasse etwas spröde ist, reifst sie auch von selbst beim Erkalten.

Setzt man mitten auf eine ruhig erkaltete und wenig streckbare Harzmasse behutsam ein zuvor mit der Hand erwärmtes Uhrglas, und gieſst nun in dasselbe ein wenig Aether, dessen Verdampfung man nöthigenfalls durch Daraufblasen mit einem Löthrohre verstärkt, so zerspringt das Harz, entweder während dieses Erkaltungsprocesses oder bei der geringsten Erschütterung des Uhrglases, und dabei wird letzteres oft um mehr als einen Zoll in die Höhe geworfen. Die hiedurch entstandenen Risse haben die in Fig. 11. abgebildete Gestalt, und Fig. 12. zeigt eine so grofse Masse im Durchschnitt.

Wie sich das Zerspringen des Harzes in dickeren Massen gestaltet, kann man beobachten, wenn man eine ungefähr $\frac{1}{2}$ Unze fassende Flasche mit geschmolzenem Harze ganz füllt, und, nach der beim Erkalten erfolgenden Zusammenziehung der Masse, noch so viel nachgiefst, dafs sie bis in den Hals der Flasche herauftritt. Ver-

letzt man nun die Masse, nach ihrer Erstarrung, mit einer Nadel, so bilden sich Risse, welche die in Fig. 13. abgebildete Gestalt besitzen. Bei diesem Aufreifsen steigt die Masse nicht in den Hals empor, und sie vergröfsert also dabei ihr Volumen nicht.

Die Regelmäfsigkeit des Aufreifsens bei Versuchen dieser Art bleibt, ungeachtet aller Sorgfalt, immer ziemlich unvollkommen. So schreitet oft ein Rifs schneller vor als die andern, und durch die unregelmäfsige Spannung geschieht es dann, dafs sich Stellen, wie in Fig. 14., bilden, von denen aus die Risse sich auf's Neue fächerartig ausbreiten.

Alle diese Versuche lassen sich wahrscheinlich auch mit geschmolzenem und vorsichtig erkaltetem Glase anstellen, wie denn überdiefs klar ist, dafs die hier beschriebenen Erscheinungen mit denen bei den sogenannten Glastropfen und der bologneser Flasche in naher Beziehung stehen.

IV. *Elasticität des Eises.*

Ueber die Elasticität des Eises besitzen wir noch keine Bestimmung, die sich an Genauigkeit mit der von den HH. Colladon und Sturm über die Elasticität des Wassers vergleichen liefse; ein genäherter Werth für diese Gröfse ergiebt sich indefs aus den Versuchen von Hrn. Bevan (*Phil. Trans.* 1826, *III. p.* 304.) Derselbe schnitt aus der Eisdecke eines gefrornen Teiches ein Parallelepipedon von 100 Zoll Länge, 10 Zoll Breite und 3,97 Zoll mittlerer Dicke, so dafs es mit einem Ende noch mit der Eismasse verbunden blieb, und liefs nun auf dasselbe, 2 Z. vom freien Ende, ein Gewicht von 25 Pfund wirken. Die dadurch erfolgende Biegung betrug hier 0,206 Zoll. Hieraus berechnet Hr. B. für das Eis den Elasticitäts-Modulus =2 100 000 Fufs, während er denselben für das Wasser, nach Canton's Versuchen, =2 178 000 Fufs, also nahe eben so grofs findet. Zu bemerken ist, dafs diese Zahlen keinen unmittelbaren Vergleich gewähren, da die Höhe des Elasticitäts-Modulus zum Theil vom specifischen Gewichte abhängt, wie man unter andern aus dem N. Gehler'schen Wörterb. Th. III. S. 223. ersehen kann.

Digitized by Google

V. *Ueber das Gewitter*; von H. W. Dove.

Die Gewitterbildung wird gewöhnlich als ein in vollkommnes Dunkel gehüllter Proceſs dargestellt, sie ist zugleich die Stätte, von welcher aus die Elektricität in die Meteorologie eingeführt wird, deren geheimnifsvollem Wirken dann alle atmosphärischen Veränderungen leicht zugeschrieben werden. Hube hat diese Ansicht am consequentesten in seinem Buche über die Ausdünstung durchgeführt, da aber seinen Annahmen eine empirische Bewährung fehlte, ist diefs an scharfsinnigen Bemerkungen und gut zusammengestellten Thatsachen reiche Buch in Vergessenheit gekommen. Als aber durch Volta's grofse Entdeckung sich plötzlich alle Räthsel zu lösen schienen, mit denen die Natur uns umgiebt, als nun auf einmal die Sprache verständlicher wurde, in der sie zu uns redet, huldigte die Wissenschaft dem unbegreiflichen Talent dieses seltenen Mannes dadurch, dafs sie sich ihm vollkommen unterwarf, und wie in unsern Tagen alles, was an eine Spirale erinnert, Elektromagnetismus seyn mufste, so galt damals die Elektricität in der Naturwissenschaft als Hermes, als Führer der Seelen. Besonders mufste die Meteorologie den harten Dienst unter der Elektricität durchmachen. Die Spuren dieser unglücklichen Herrschaft finden sich noch in den mannigfaltigen Hypothesen, die oft einander widersprechend nur das gemein haben, dafs man mit dem Wort Elektricität ein Letztes ausgesprochen zu haben meint, von dem es eben genüge, den Namen genannt zu haben, um darin die Auflösung jedes Problems zu finden. Es ist daher zu untersuchen, auf welche Art damit bei dem Gewitter selbst argumentirt wird.

Deluc und Saussure haben gezeigt, dafs Wolken nicht Magazine von Elektricität sind; Deluc hat er-

Digitized by

wiesen, dafs häufig die Erregung der Elektricität in den Gewitterwolken und die Erzeugung des Blitzes in einem Augenblicke zusammenfallen. Soll nun aber die Elektricität das Agens in der Bildung seyn, so mufs sie früher schon frei gewesen seyn, ehe es zum Blitz kommt. Als ein Beweis dafür wird angeführt die Umkehrung des Windes, die Luft werde nämlich durch die elektrische Repulsion von der Wolke abgetrieben, es blase also von ihr ein starker oft sehr kalter Wind. Der Wind aber, welcher der Gewitterwolke vorangeht, folgt ihr auch; denken wir uns nun um dieselbe 4 Beobachter vertheilt, so wird der, auf welchen sie zukommt, sagen: die Luft wird elektrisch repellirt, der, über dessen Zenith sie hinweg ist: die Luft wird elektrisch angezogen, die beiden Seitenbeobachter: die Wolke wirkt gar nicht auf die Luft. Von horizontaler Polarität der Gewitterwolken hat aber, glaube ich, noch Niemand gesprochen. Dafs aber der Wind kalt sey, wird als ein Beweis dafür angeführt, dafs hier nicht von gewöhnlichem Niederschlag die Rede seyn könne. Aufserdem aber, dafs ein kalter Wind von der Gewitterwolke herweht, steigt auch, wenn diefs geschieht, das Barometer, und man mufs also zeigen, warum dadurch, dafs Luft fortgestofsen worden ist, die Luft, nachdem diefs geschehen, schwerer geworden ist *). Es geht aber dem Gewitter nicht immer ein kalter Wind vorher, sondern oft ein sehr warmer; die richtige Erklärung mufs beide zusammenfassen. Natürlich müssen aber in einer Erscheinung, in welche so viele Bedingungen eintreten, alle Einzelnheiten scharf gesondert werden.

Eine Wolke überhaupt ist nichts Fertiges, sie ist kein Product, sondern ein Procefs, sie besteht nur, indem

*) Jene Hypothese ist aufserdem mit der Erfahrung im Widerspruch, da nach den Versuchen von Erman (Abhandl. d. Berl. Acad. 1814) elektrisirtes Wasser auf der Kugel eines Rumford'schen Thermoskops dieselbe Temperaturerniedrigung giebt, als unelektrisirtes, und die Elasticität der Dämpfe ebenfalls dieselbe ist.

Digitized by Google

sie entsteht und vergeht. Niemand wird die weifse Schaumstelle in einem hellen Gebirgsbach von der Höhe gesehn für etwas Festes auf dem Boden Liegendes halten. Und ist die Wolke, die den Gipfel des Berges umhüllt, etwas Anders? Der Stein ist der Berg, der Bach die Luft, der Schaum die Wolke. Stehen wir höher, so sehen wir auch nur die vollkommen weifse Wolke und durch den durchsichtigen Luftstrom den Boden. Eine Wolke wird desto stärker elektrisch, je lebhafter dieser Procefs eingeleitet ist, sie wird Gewitterwolke durch plötzliches Hervortreten; gleichgültig dabei ist, ob sie blitzt, so wie eine Kleistische Flasche geladen ist, wenn auch der Funke nicht überspringt. Die Landleute nennen daher Platzregen sehr richtig: stille Gewitter. Warum an der plötzlich hervortretenden Wolke durch die elektrische Atmosphäre des Bodens Elektricität durch Vertheilung grade am stärksten hervortreten könne, haben Erman's schöne Versuche gezeigt (Gilbert's Annalen Bd. 15. S. 385.). Dafs diese Elektricität eine durch den Niederschlag freiwerdende sey, ist nach Erman's (Abhandl. der Berl. Acad. 1818, S. 351.) neuerdings von Pouillet (dies. Ann. Bd. 87. S. 417. 442.) bestätigten Versuchen unwahrscheinlich.

Ist nun eine plötzliche Wolkenbildung zum Hervortreten einer starken elektrischen Spannung nöthig, so habe ich zu zeigen:

1) Dafs nach Beobachtungen diefs sowohl in der Entstehung als dem Fortgange des Gewitters sich ergeben hat.
2) Dafs, wo diefs auch nicht direct beobachtet werden kann, alle das Gewitter begleitenden atmosphärischen Erscheinungen nichts anders sind, als die eines plötzlichen Niederschlags.

Für die Gebirgsgewitter berufe ich mich auf die Beobachtungen von Deluc und Saussure, da ich nur eins habe in meiner Nähe entstehen sehen, wo bei einem lebhaften SW. auf und über der Schneekoppe eine Ge-

Digitized by

witterwolke lag, die häufig blitzte und donnerte, während südlich weiter hinauf der Teufelsgrund bis zu den Aupefällen in hellem Sonnenschein lag. Warum aber an einem bestimmten Ort sich gewöhnlich die Gewitter bilden, ist in der Localität begründet. » Bei Brundlen auf dem Pilatusberge ist ein kleiner See, worauf sich fast alle Ungewitter erzeugen. Sie fangen sich mit einer kleinen Wolke an, die sich an den benachbarten Felsen des Sees legt, der viel höher steht. Wenn diese Wolke über den Felsen hinaufsteigt, welches doch sehr selten geschieht, so zertheilt sie sich, gemeiniglich aber bleibt sie dann unbeweglich und wird zusehends gröfser. So wie sie zunimmt senkt sie sich, und wird zu einer schwarzen Wolke, die erschrecklich donnert.« (Hannöver. nützl. Samml. 1757, S. 53.) Für die Gewitter der Ebene bedarf es keiner Autorität, da jeder weifs, wie plötzlich der Himmel sich verdunkelt, wie die Wolken aus sich selbst herauszuwachsen scheinen; besonders auf Bergen sieht man diefs deutlich, wenn über ein zwischenliegendes Thal von einer gegenüberstehenden Bergspitze ein kalter Wind in gleicher Höhe mit dem Beobachter horizontal einfällt, wo die Wolke nicht als Continuum mit dem Winde fortschreitet, sondern der Nebel in lauter traubenförmigen Bündeln plötzlich herabhängt.

Eine Wolke wird desto stärker elektrisch, je entschiedener der Niederschlag ist. Daher sind vom Horizont heraufkommende Gewitter stärker, als im Zenith sich bildende.

Eine Wolke bleibt nur Gewitterwolke dadurch, dafs dieser heftige Niederschlag fortwährend erneuert wird. » Man bemerkt, dafs bei einem über uns schwebenden, mit Regen begleiteten Gewitter der Platzregen vor jedem Blitze mit verdoppelter Gewalt und Schnelligkeit herabgestürzt wird.« (Reimarus, vom Blitze, §. 154.) Ich habe in Schlesien ein Gewitter gesehn, wo diese einzelnen Niederschläge bei jedem Blitz und Donner durch

Digitized by Google

vollkommnes Aufhören des Regens von einander getrennt waren, eine Erscheinung, die gar nicht selten seyn mag, wenn ich sie auch nirgends angeführt finde. Man hat sogar für diese erneuerte Bildung der Wolke vor dem Blitz ein besonderes Wort: den Drang der Wetterwolke. »Die Zunahme der elektrischen Spannung hängt vorzüglich von der Raschheit ab, womit der Niederschlag erfolgt, daher sich der Blitz auch da entzündet, wo die Wolke am dicksten ist, und die stärksten Regengüsse ausschüttet.« (Pfaff, N. Gehler. Wörterb. I. S. 1002.)

Eine Wolke verliert diese starke elektrische Spannung, wenn diese plötzliche Bildung nachläfst. »Der Cumulostratus scheint durch eine plötzliche Veränderung seiner Elektricität in den Nimbus überzugehen, denn bei Beobachten des Fortgangs des Gewitters durch eine lange Reihe dieser Wolken am Horizont habe ich mich überzeugt, dafs die Wolken, welche aufgehört hatten Entladungen zu geben, in ihrem oberen Theil diese Veränderung erlitten hatten, indefs andere, zwischen denen die Blitze noch hin und her fuhren, oder die jenseits derselben lagen, ihre schwellend runde Gestalt eine Zeit lang länger behielten.« Howard.

Ist also ein plötzlicher starker Niederschlag zur Gewitterbildung nöthig, so dürfen wir uns nur in der Windrose die Bedingungen aufsuchen, welche diesen erzeugen, um daraus das Gewitter zu construiren.

Die gröfsten Temperaturdifferenzen finden wir bei S., SW. und N., NO. Ein plötzliches Vermischen geschieht aber am leichtesten dadurch, dafs der kältere Wind dem wärmeren folgt. Ihre Verwandlung in einander mufs eine Drehung S. W. N. seyn.

Ehe das Gewitter heraufkommt (Fig. 15. Taf. V.) wird also ein südlicher Wind wehen, nachher ein nördlicher. Die Gewitter gehören also zu den Erscheinungen der Westseite. Da aber der kältere Wind zuerst unten einfällt, so wird unmittelbar vor der Gewitterwolke der

Digitized by

kältere nördliche Wind herwehen (Fig. 16. Taf. V.), das Barometer während des Gewitters rasch steigen, die Temperatur sich nach demselben bedeutend erniedrigen. Weil nun vor dem Gewitter zwei Winde einander grade entgegen wehen, so wird diefs eine Windstille erzeugen, die wir drückende Luft nennen, die Hitze vor dem Gewitter, besonders auch in der Höhe der Atmosphäre, da der Südwind herrschend war, bedeutend seyn.

Mehrere rasch auf einander folgende Gewitter sind die als Niederschlag dargestellte Drehung von S. durch W. nach N.; das folgende Gewitter kommt also aus einer immer mehr nördlichen Gegend.

Soll durch einen südlichen Wind, der auf einen kälteren Wind folgt, plötzliche Vermischung entstehen, so mufs die Intensität des südlichen Windes bedeutend seyn. Solche Gewitter gehören also der Ostseite an, sie müssen höher ziehen und können sich wegen der widerstehenden kälteren Luft nur langsamer fortpflanzen. Das Barometer fällt während solcher Gewitter, während die Temperatur sich erhöht. Da aber die Intensität des südlichen Windes bedeutend seyn mufs, so sind sie am häufigsten eine Erscheinung der fallenden Seite eines barometrischen Minimum. Sie sind im Ganzen selten. Uebereinstimmend mit diesen sind die seltenen Gewitter der Westseite, während des Zurückspringens des Windes. Auch bei diesen mufs das Barometer fallen, die Temperatur steigen.

1) Die Winde, welche vor dem Gewitter wehen, sind Südwinde mit einer Drehung nach West.

Paris. Die Winde, welche zur Zeit eines Gewitters in unsern Climaten wehen, sind gewöhnlich SSW., SW., WSW. *Lamark, Journ. de phys.* 1800.

Kiel. Hier steigen die Gewitter gewöhnlich in SW. auf. Pfaff.

Danzig. Die Gewitter kommen gewöhnlich mit S. oder SW., wobei der Unterwind schnell nördlich wird.

Digitized by Google

(Kleefeld, Beob. 1807—1824), aus Süd und West. 1730—1750. Reyger. (Abh. der naturforsch. Gesellschaft, 1754.)

Königsberg. Die Gewitter kommen gewöhnlich mit SW. oder W. Beob. von Sommer 1799—1822. (Beiträge zur Kunde Preufsens, 6. S. 407.)

Eben so in Norwegen, Hamburg u. s. w. *Auster fulmine pollens Lucret.* 5. S. 744.

2) Für den Zusammenhang des Druckes und der Temperatur mit dem Gewitter einige Beispiele.

Am 24. August 1826 stand in Königsberg nach einer Mittagshitze von 22—23° R. das Barometer Ab. 6 Uhr mit S. auf 336‴,94. Da drehte sich der Wind plötzlich von S. durch W. nach N., augenblicklich war auch das Gewitter da, das Barometer stieg in einer Stunde 0‴,94.

Halle. Nach Winkler's Beobachtungen (8. 12. 2. 6. 10. Uhr) mit T die mittlere Temperatur in Reaum. Graden bezeichnet.

	S. 1	SW. 3.	SW. 3.	NNW. 3.	NW. 4.	
					Gew.	
1825. 1. Jul.	333,43	332,42	32,10	32,22	32,95	T=14°,6
2. Jul. bei NNW. Bar. 333,61 bis 335,64						T=10°,3
	SSW. 3.	SW. 2.	WSW. 3.		WNW. 2.	
1825. 26. Jun.	33,48	33,33	33,25	Gew.	34,18	T=15°,9

Da der SW. den andern Tag bleibt, so ist die Temperaturerniedrigung nur gering den 27. T=14°.

	SW. 1.		W. 4.	W. 3.	
1824. 15. Mai	329,01.	Gew. 4 U.	29,45	30,36	T=13°,6

Am 16. T=9° bei SW. u. Regen. Am 17. T=7°,4 NW.

Oft kann man, wenn der Wind auch ungeändert bleibt, an den Wolken die Drehung beobachten. So finde ich in den handschriftlichen Beobachtungen des Pfarrer Sommer im September 1824 nach 3 regelmäfsigen grofsen Durchgängen durch die Windrose am 28. September angegeben

Morg. S.	Mitt. SW.	Ab. SW.
336,50	335,95	337,02

Digitized by Google

Mittags Gewitter in Nord, Abends Blitze in NW. und NNO. Den andern Tag

SW.	SW.	SW.
339,52	340,49	341,75
343,09		

Hier ist der Südwest wohl verdächtig. In den Beobachtungen steht aber *cirri cum. cumulost.* als Massen von NW. bis N., und NO. durch O. bis SW. trübe Wolken und Gewitter. Den 30.: die gestrigen Wolkenmassen standen des Morgens noch ganz an derselben Stelle.

Die merkwürdigen Veränderungen, die Nicholson im Zuge der Wolken eines Gewitters beschreibt, sind nichts weiter als die geschehene Drehung.

3) Auf einander folgende Gewitter sind die als Niederschlag fortgehende Drehung.

Ummern, 23. Mai 1773. Es stofsen 3 Gewitter aus S. W. N. zusammen und ziehen nach Ost.

Eckwort, 8. Aug. 1774. Am 7. war eine starke Hitze. Ein Gewitter kam aus Süden herauf, zwei andere aus W. und NW. stiefsen dazu, und nunmehro zog es von Süden nach NO. (Guden, Sicherheit wider die Donnerstrahlen.)

Halle, 1824, 9. Sept.

SSW. 1.	SSW. 1.	SSW. 1.	SO. 1.	NNW. 2.	
333,96	333,78	333,72	333,22	332,57	Gew.

Gegen 11 Uhr Nachts, indem fast am ganzen Horizont von Abends ab Gewitterformation sich bildete, ziehen 3 Gewitter aus S., W. und N. nach dem Zenith zusammen. Heftige Explosionen, der ganze Himmel steht in Flammen. Die Gewitter ziehen nach O., SO., NO. T=14°,2.

	NW. 2.	WNW. 2.	NW. 1.	N.	N.	
10. Sept.	32,85	33,40	34,01	34,54	34,98	T=11°,65
11. -	N. 35,55	T=11°,2.				

1825, Sept. 27. Seit 11½ Morgens Donner in NW. Die düstern Gewitterwolken ziehen aus NW. herüber,

Digitized by Google

es fällt Regen, das Gewitter zieht nach Ost hinein. 2 Uhr SW. Bar. 334,25. In NNW. neues Gewitter zieht über das Zenith nach SO. Heftiger Donner, Regen und Hagel. Es schlägt ein. Abends 10 Uhr W. 335,85. Am andern Tage

Nord Bar. 338,24 bis 339,03. Die Temperatur:

Sept.	26.	27.	28.	29.	30.
	14°,3	11°,8	10°,6	6°,9	5°,6

während die weitere Drehung durch O. bis S. bis zum 5. October fast ganz regelmäfsig fortgeht.

Natürlich gilt diefs nur für Gewitter, die wirklich über das Zenith gehen. Zur Seite gesehene Gewitter sind gewöhnliche dieselbe Erscheinung wiederholt gesehen.

Ohlau, 8. Aug. 1717. Wind SW. und W. Nach 12 Uhr starker Sturm und Regen, dann abwechselnd. Gegen Sonnenuntergang zog ein Gewitter aus W. auf, worauf bald zwei andere aus W und WSW. folgten, welche alle drei gegen N. zogen. Als das erste in NNW., das andere in NW., das dritte gegen WNW. stand, stieg noch eins von WSW. auf, welches den drei ersten folgte. Bald darauf sahe man das fünfte gegen SW.; ungefähr um halb 10 Uhr entstand ein starker Sturm aus W., und brachte das sechste aus dortiger Gegend mit sich. Alle diese Wetterwolken trieb der Sturm gegen Osten, dafs beinahe der halbe Himmel voller Blitz ward. Das letztere Gewitter aus W. zog recht über unsern Scheitelpunkt, die Wolken aber gingen sehr hoch. Um 11 Uhr stieg noch eins aus SW. auf, welches aber bei uns weit südlich vorbei gegen Osten zog. Dann Regen und noch ein Donnerwetter am Morgen, bis sich endlich mit nördlichen Winden die Luft aufzuklären begann, und einige Tage hindurch mit hellem Wetter anhielt. (Bresl. Samml. 1717, p. 154.) Hier sehen wir in 3 Stunden dieselbe Erscheinung 8 Mal hinter einander.

Weil aber ein südlicher Wind vor dem Gewitter

Digitized

herrschend war, so wird besonders auch in der Höhe der Atmosphäre eine bedeutende Temperaturerhöhung statt finden. Diefs hat Brandes bei seinen Beobachtungen der terrestrischen Refraction gefunden. In diesen südlichen Wind fällt unten ein mehr nördlicher, dessen plötzlicher Niederschlag sich als Cumulus und Cumulostratus darstellt. Man sieht daher gewöhnlich beim Gewitter oben eine leichte Bedeckung von Cirris, unter dieser Cumuli, die sich in Cumulostrati verwandeln.

» Der Cumulostratus gehört zu den gewöhnlichsten Vorboten des Gewitters, zeigt sich an verschiedenen Stellen des Horizonts und schwellt schnell zu aufserordentlichen Gröfsen an.« Howard.

Die stark elektrischen Graupelwetter bilden einen natürlichen Uebergang zu den Wintergewittern.

» Die Regen-, Graupel- und Hagelschauer, welche man im Frühjahr und Herbst im nördlichen Deutschland wahrnimmt, sind meistentheils mit heftigen Windstöfsen begleitet, und die Instrumente zeigen dabei einen bedeutenden Grad positiver Elektricität. Die unten eintretenden Cumuli ziehen mit WNW., während die oberen Cirri mit SSW gehen. Gilb. Ann. Bd. 55. S. 107.

Am 25. Januar 1822 fiel das Barometer in Freiberg rasch auf 314‴,1 bei starkem SW. und W., während die Temperatur einige Grade über dem Frostpunkt war. 9 Uhr 50′ Abends erhob sich ein starker NW. und brachte zuerst Regen, dann Graupel, zuletzt dichten Schnee. Das Barometer stieg sogleich 1‴,3, das Thermom. fiel auf —0,7. Das Elektrometer divergirte so stark, dafs ein Goldblatt abrifs. An demselben Tage war in Leipzig Regen, dann Graupel und Schnee mit Blitz und Donner, während der NW., nach vorhergegangenem SW., WSW. und W., Sturm wurde. Da, wo der Wind am stürmischten war, wurde die elektrische Wolke zur Gewitterwolke.

Ein ganz ähnliches Beispiel habe ich hier beobachtet.

Digitized by Google

Am 26. Octob. 1827 stand das Barometer Morgens 8 U. noch 341‴,11 bei Ost, und fiel, als der Wind durch S. nach SW. ging, bei continuirlichem Regen und steigender Wärme bis zum 28. Abends 9 Uhr auf 327‴,02, also 14 Linien in 2 Tagen. Nun stieg es, als der Wind WNW. wurde, mit immer erneuerten Schneeschauern bei heftigen Windstöfsen am 29., so dafs es am 30. Morgens 334‴,01 mit N. stand. In und um Mühlhausen wie bei Heiligenbeil (6 Meilen südlich von Königsberg), wo es so stark schneite, dafs man sich bereits der Schlitten bediente, hat man vor Anfang des ungestümen Schneewetters ein starkes Gewitter bemerkt.

Halle, 24. April 1823. 2 Uhr SSW. 328‴,13. Um 5 Uhr zieht ein in West sich entwickelndes Gewitter nach S. und SO. Heftiger Regen und Graupelschnee 6 Uhr 328‴,31. 10 Uhr NNW. 328‴,70 T=6°,9. Den folgenden Tag steigt das Barometer von 332‴,77 bis 333,65 T=4°,9.

Königsberg 1824, 11t. Jan. SSW. Sturm Nachmittag 4 Uhr, während die Temperatur sich vom Mittage an 3° erhöht, Bar. Mittags 336,73, Abends 334,97. Um 10 Uhr WNW., 11 Uhr Gewitter, das in der Nähe einschlägt. Den andern Morgen steigt das Barometer mit NW. von 337,4 auf 338,13. Wir sehen also, dafs die Wintergewitter von den Sommergewittern durchaus nicht verschieden sind, nur dafs der Niederschlag zugleich in seiner Form den Eintritt des kälteren Windes anzeigt, sich also der Regen durch Graupel in Schnee verwandelt. Bei dem letzten Beispiele brachte der SSW. Sturm aber eine so hohe Temperatur mit, dafs das Thermometer Abends 10 Uhr 2°,5 R. höher stand als Mittags. Hier konnte es also nicht sogleich schneien, sondern es regnete. Um aber zu zeigen, dafs nicht etwa das Gewitter die Kälte erzeugt, und dieses also die Form des Niederschlags bedingt, mag hier noch ein Beispiel stehn.

Digitized

1824, 6. November.

SO. Morg. 9.	SO. Mittag.	7 Uhr.	10 U. Ab. NW.
332,77 + 2°	333,58 + 4°,5	— 0,5	335,28 + 1°

9 Uhr Abends regnet es. 7. Nov. 5¾ Uhr Morgens Blitz und Donner in Süd.

9 U. NW. Regen.	Mittag. Graupel u.	NW. Ab. 10 U. NW.
336,53	338,52 Schneeschauer.	340,00 schön.

Die vielbesprochenen Wintergewitter in Norwegen schliefsen sich unmittelbar an diese Beobachtungen, wie die Beschreibung des Pfarrer Herzberg zeigt.

» Die Gewitter entstehen 1) wenn ein Thauwind aus Süden ein Paar Tage geweht hat und nun plötzlich nach W. und NW. springt, mit Thauwetter, Windstöfsen, zuweilen auch mit Hagelschauer; 2) nach langem Thauwetter, milder Luft, starkem Regen und Südwinde, wenn der Wind nach West gehen will, welches dann gemeiniglich mit Sturmschauer, häufigen Blitzen ohne Donnerschläge, bald wiederum mit heftigen Blitzen und Donnerschlägen zu geschehen pflegt. So kann es abwechselnd 3 bis 8 Tage anhalten, bis endlich ein Sturm aus W. oder NW. kommt, oder ein heftiger Platzregen fällt, wodurch die Luft endlich kälter wird, und ein Nordwind die Luft reinigt. Dann ist man beinahe gewifs, dafs gutes Wetter, wenigstens einige Tage lang kaltes Wetter und Frost eintreten.« Arenz sagt: » Der Wind ist gern westlich und nördlich, zuweilen südlich, aber Ostwind erinnere ich mich nie bemerkt zu haben, wenn es im Winter donnerte. Meistens ist der Wind stark und zuweilen stürmt es. Oft habe ich vernommen, dafs der Wind vorher südlich ist und während des Gewitters nach NW. herumläuft. Nur einmal in 6 Jahren lief der Wind, der vorher aus Norden kam, nach Süden um, und war nicht heftig. Läuft er nach Norden um, so nimmt er an Stärke zu, wenn das Gewitter ausbricht, und bleibt so nachher. Regen geht gern vorher, wenn aber Schnee oder Hagel fällt, welche gewöhnlich die Wintergewitter, wenn der Wind

Digitized by Google

Wind nach Norden umgeht, begleiten, und dieser Wind die Oberhand und Dauer gewinnt, so wird die Luft klar und das Wetter beständiger. Das Barometer ist, wie ich finde, nach den Wintergewittern mehrentheils ein wenig gestiegen, doch nicht jederzeit. Es hat sich auch getroffen, dafs es vor dem Gewitter ziemlich gefallen und nach dem Donner gleich wieder kenntlich gestiegen. Das Thermometer ist nach dem Donnern fast beständig um 1 bis 3 Grade gefallen, die Luft also ein wenig kälter geworden.«

Dafs die Wintergewitter häufiger in Norwegen sind, als anderswo, liegt also nur in der Häufigkeit der südlichen Winde und deren gröfserer Intensität. Denn auch an andern Orten, deren Localität durchaus verschieden ist, findet sich unter denselben, aber seltener eintretenden Bedingungen dieselbe Erscheinung. So sagt Kraft nach 9jährigen Beobachtungen in Tübingen: *hybernis mensibus tonuit semper flante violente Favonio aut Africo* (*Praelect. phys.* 3. p. 311.).

Entgegengesetzt verhalten sich die Gewitter der Ostseite. Sie entstehen durch Eindringen eines gewöhnlich stürmischen südlichen Windes in eine kältere Luft, also mit fallendem Barometer und steigender Temperatur, wenn wir von der Verdampfungskälte abstrahiren. Gleichzeitig ist es natürlich auch hier, ob es wirklich zum Blitz kommt. Als einleitende Beobachtung: Heller, merkwürdige Luftelektricität den 18. Februar 1795 (Gren's neues Journal. 2. S. 401.).

» Ein Paar Tage vor dem 18. Februar war das Barometer ungewöhnlich hoch, denn es zeigte eine Höhe, die ich für Fulda noch niemals gesehn hatte, nämlich 335‴, folglich beinahe 8 Linien über die mittlere hiesige Barometerhöhe. Es herrschte Nord- und Nordostluft, der Himmel war heiter. Am 18. Februar entstand Nachmittags plötzlich ein heftiger Sturmwind. Hieraus vermuthete ich, das Barometer müsse geschwinde unter die mitt-

Digitized by Google

lere Barometerhöhe gefallen seyn (das war freilich zu viel verlangt); allein ich erstaunte, es auf 331,4 zu sehen. Es war Ostluft und der Himmel heiter, bis auf einige kleine lichte Wolken in Ost. Thermometer —4°,5 R. Curios, ob nicht Blitzmaterie hier mit im Spiel sey, lief ich zu einer Maschine zur Untersuchung der Luftelektricität und sah folgendes: Das daran befestigte Fadenelektroscop divergirte, was es konnte. Ich schob die Kugeln der Maschine einander näher, und siehe da, es schlugen bei dieser Heiterkeit des Himmels Fünkchen über. Ich rief Zeugen. Es war 1 Uhr. Der Sturmwind tobte. Die Paar Wolken, die, wie gesagt, in Osten hingen, stiegen allmählig höher heran und erweiterten ihren Umfang, so dafs nach 4 Uhr der ganze Himmel mit schwarzgrauen Wolken bedeckt war. So wie diefs nach und nach erfolgt war, waren auch die Fünkchen lebhafter und gröfser. Die Luftelektricität wurde endlich so stark, dafs sie von Kugel zu Kugel in starken Funken übersprang. Geregnet hat es nicht (diese Aeufserung scheint zu beweisen, dafs die Temperatur sich bedeutend erhöht habe). Tags darauf blies der Wind noch, aber minder heftig und der Himmel war wieder heiter. Barometer 329,6. Selbst mit Beihülfe des Condensators konnte ich nicht eine Spur mehr von Elektricität an der Maschine bemerken.«

Beispiele wirklicher Gewitter mit von O. nach S. gehendem Winde, fallendem Barometer und steigender Temperatur finden sich zahlreich bei dem von Brandes verglichenen barometrischen Minimum am 24. Dec. 1821.

In Beziehung auf den Gang beider Instrumente verhalten sich eben so die seltenen Gewitter bei unregelmäfsigem Zurückspringen auf der Westseite. Auch dann ist der südlichere Wind gewöhnlich stürmisch.

Halle, 4. Aug. 1825. 11 Uhr in West Gewitterformation; 11 ¾ Uhr Gewitter mit W. 2 mit heftigem Regen und Hagel, theilt sich in zwei, eins nach O., das andere nach Ost.

Digitized by Google

	Tage	Stunde	Min.	Sek.
4. Aug. 27	127	21	14	0,1
5. „ „	128	21	18	0,1
6. „ „	129	21	22	0,1
7. „ „	130	21	26	0,1
8. „ „	131	21	30	0,1

Die Zeit, die Mars nach Sonnenuntergang über dem Horizonte steht, ist also in 5 Tagen um 16 Minuten gewachsen. Da Mars, wie wir sahen, in 24 Stunden 40 Minuten nach Sonnenuntergang im Meridian steht, so wird die ganze Periode, während welcher Mars überhaupt über dem Horizonte steht, 24 Stunden 40 Minuten + 5 Stunden 20 Minuten = 30 Stunden betragen.

60. Über die Bestimmung der Schwingungsdauer eines Pendels durch Coincidenzbeobachtungen. Von Dr. Hermann Gyldén, Adjunkt der Stockholmer Sternwarte.

(Aus Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 2, No. 15.)

Es sei n die Anzahl der Schwingungen, welche ein Pendel in einem Tage macht, α die Anzahl der Schwingungen, welche ein Chronometer in einem Tage macht, β die Anzahl der Schwingungen, welche ein Chronometer in einem Tage machen würde, wenn es mit dem Pendel gleichen Gang hätte, γ die Anzahl der Schwingungen, welche ein Chronometer in einem Tage machen würde, wenn es mit dem Pendel entgegengesetzten Gang hätte, δ die Anzahl der Schwingungen, welche ein Chronometer in einem Tage machen würde, wenn es mit dem Pendel gleichzeitig schwingt, ε die Anzahl der Schwingungen, welche ein Chronometer in einem Tage machen würde, wenn es mit dem Pendel gleichzeitig schwingt, aber in entgegengesetzter Richtung, ε' die Anzahl der Schwingungen, welche ein Chronometer in einem Tage machen würde, wenn es mit dem Pendel gleichzeitig schwingt, aber in entgegengesetzter Richtung, ε' die Anzahl der Schwingungen, welche ein Chronometer in einem Tage machen würde, wenn es mit dem Pendel gleichzeitig schwingt, aber in entgegengesetzter Richtung, ε' die Anzahl der Schwingungen, welche ein Chronometer in einem Tage machen würde, wenn es mit dem Pendel gleichzeitig schwingt, aber in entgegengesetzter Richtung,

Schicht von verkohltem weinsteinsaurem Kalk, ohne es damit zu mengen, und erhitzt darauf das Ganze mittelst des Löthrohrs nach und nach bis zum Glühen, indem man erst den Theil der Glasröhre mit dem Flufsmittel und von da abwärts das Uebrige in die Flamme bringt. Das Schwefelarsenik wird aus derselben Ursache reducirt, auf welche sich das in den Annalen, Bd. XII. S. 626., beschriebene Verfahren gründet; das Arsenik setzt sich in Gestalt eines schwarzen, glänzenden, metallischen Spiegels einige Linien über dem verkohlten weinsteinsaurem Kalk an.

Die Form, welche Berzelius der Glasröhre gegeben hat, ist jeder andern vorzuziehen, indem der obere weitere Theil das Einfüllen der Substanzen aufserordentlich erleichtert. Bei sehr kleinen Mengen, wenn man z. B. nur ein Körnchen Schwefelarsenik zu dem Versuch hat, bringt man es auf den Boden der Glasröhre, schüttet verkohlten weinsteinsaurem Kalk, 2 bis 3 Linien hoch darauf, und erhitzt im Anfange recht gelinde, damit kein Schwefelarsenik sich unzersetzt verflüchtigen kann. Der Versuch gelingt selbst mit Quantitäten, welche nicht mehr als $\frac{1}{6}$ Milligramm betragen.

Reines kohlenstickstoffsaures Kupferoxyd krystallisirt in smaragdgrünen, vierseitigen, langen Säulen, die leichtlöslich im Wasser sind, und an der Luft gelb werden, indem sie Krystallwasser verlieren.

Kohlenstickstoffsaures Blei explodirt auch durch einen Schlag, Eisen auf Eisen; man kann sich desselben mit vielem Vortheil und bei weitem weniger Gefahr statt des Knallquecksilbers zur Bereitung der Zündhütchen bedienen.

Eine concentrirte Auflösung von Kohlenstickstoffsäure in Wasser wird durch verdünnte Salpetersäure niedergeschlagen, eine Eigenschaft, die sie mit dem Harnstoff gemein hat; durch blofses Auswaschen kann aber die Salpetersäure entfernt werden.

Digitized by Google

VII. *Versuche über die mit dem Platin vorkommenden Metalle, und über das Verfahren zur Zerlegung der natürlichen Platinlegirungen oder Platinerze; von J. J. Berzelius.*

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling.* für 1828.)

Die älteren Chemiker sahen alle im Platinsande vorkommenden gediegenen Metalle, mit Ausnahme des Goldes, für Platin an, bis Collet-Descostils die Aufmerksamkeit auf zwei neue Körper lenkte, auf ein blaues Sublimat, welches er beim Glühen des Platins in Berührung mit der Luft erhielt, und auf den rothfärbenden Stoff im Platinsalmiak, welchen er der Gegenwart eines einzigen neuen, von ihm mit keinem besonderen Namen belegten Metalles zuschrieb *). Noch während Collet-Descostils mit seinen Versuchen beschäftigt war, unternahmen Fourcroy und Vauquelin **), unterrichtet von dem Vorhaben des Ersteren, eine ähnliche Untersuchung, und entdeckten dabei mehrere Eigenschaften des für neu gehaltenen Metalls, welches sie *ptène* nannten, warfen aber, wie Collet-Descostils, alle bis dahin unbekannten Begleiter des Platins hierin zusammen. Wollaston entdeckte kurz darauf das Palladium und später das Rhodium, und zeigte dabei, wie man diese Metalle aus dem in Königswasser auflöslichen Theil des Platinsandes erhalten könne ***). Tennant, welcher sich mit dem in Königswasser unlöslichen Theil des Platinerzes beschäftigte, entdeckte fast zu derselben Zeit das Iridium und das Osmium †); und nun sahe man, dafs es hauptsächlich diese Metalle gewesen waren, welche die von den französischen Chemikern bei ihren Versuchen beschriebenen Erscheinungen hervorgebracht hatten.

*) *Annales de chimie, XLVIII. p.* 153.

**) *Annales de chimie, T. XLVIII.* 177. *XLIX.* 188. 219*u. T. L.* 5.

***) *Philosoph. Transact. f.* 1804. *p.* 419. 426.

†) *Philosoph. Transact. f.* 1804. *p.* 412.

Digitized by Google

Obgleich man auf diese Weise Vorschriften zur Abscheidung und Reinigung eines jeden dieser Metalle erhalten hatte, so waren die angegebenen Behandlungsweisen doch nicht von der Art, dafs sie zur Analyse des Platinsandes hätten angewendet werden können; denn, wie man aus dem Folgenden ersehen wird, sind die Eigenschaften dieser Metalle im Allgemeinen zu wenig studirt worden, als dafs sich nach ihnen der Plan zu einer zuverlässigen Analyse entwerfen liefse. Auch sieht man nicht ohne Verwunderung, dafs unter der grofsen Zahl von mehr oder weniger interessanten Mineralproducten, mit deren Zerlegung die Chemiker sich beschäftigten, nicht ein einziger Versuch zur Bestimmung der quantitativen Zusammensetzung des Platinsandes vorkommt.

Da man das Platin vor vier Jahren in dem Goldsande am Ural in solcher Menge angetroffen hat, dafs die Förderung desselben einträglich zu werden verspricht, so hat sich dadurch die Aufgabe gestellt: die Güte dieses Platinerzes im Vergleich zu der des brasilianischen zu ermitteln, und die Verhältnisse seiner Bestandtheile zu bestimmen. Die Verschiedenheit in den Resultaten, welche anfangs einige russische Bergleute, späterhin Laugier und neuerlich Osann erhalten haben, zeigt deutlich, dafs man in der Kenntnifs von diesen Metallen noch nicht so weit gediehen ist, um ein zuverlässiges analytisches Resultat zu erlangen. Die russische Regierung hat mehreren Chemikern in Europa Proben von den sibirischen Platinerzen zugesandt, mit dem Ersuchen, dieselben zu analysiren. Die Arbeit, deren Resultate ich hier der Königlichen Academie vorlege, verdankt ihre Entstehung einer ähnlichen Aufforderung, welcher ich um so lieber Folge geleistet habe, als diese Gattung von Versuchen für mich gänzlich neu gewesen sind *). In-

*) Hr. von Cancrin, Kaiserlich Russischer Finanzminister, liefs mir durch den in Stockholm residirenden K. Russ. Gesandten, Grafen von Suchtelen, ein halbes Pfund Platinsand, zur Hälfte

Digitized by Google

defs bekenne ich, es nicht geahnet zu haben, dafs eine so weitläuftige Arbeit erforderlich seyn würde, um mit einiger Sicherheit bei den Analysen zu dem Endresultat zu gelangen. Bei den ersten Versuchen zu der Analyse fand ich bald, dafs ich der Sache nicht gewachsen war; es boten sich Erscheinungen dar, zu deren Erklärung mir jeder Leitfaden fehlte, und dadurch war es unmöglich gemacht, die Vorzüge der bisher versuchten Methoden zu vergleichen. Diefs bewog mich, das Verhalten der in dem Platinsande vorkommenden Metalle einzeln zu studiren, um so durch die erlangte Kenntnifs die zuverlässigsten Methoden zur Trennung dieser Metalle auszuwählen.

1. Rhodium.

Aufser Wollaston's ersten Versuchen, sind mir über dieses Metall keine bekannt, als die, welche ich vor funfzehn Jahren in Thomson's *Annals of philosophy, T. III. p.* 252. bekannt gemacht habe, welche aber, wie ich jetzt gefunden, einige unrichtige Angaben enthalten, besonders in Betreff der Chlorüre und des Atomengewichts dieses Metalles. Um die Verbindungen dieses Metalles genauer kennen zu lernen, ist es also nöthig, das Atomengewicht desselben auszumitteln, und zu bestimmen, in welchen Verhältnissen es sich mit Chlor und Sauerstoff verbinde.

Atomengewicht und Chlorverbindungen des Rhodiums.

Da die rothen Salze des Rhodiums niemals untersucht worden waren, so beschlofs ich die Zusammensetzung derselben zu bestimmen, zumal ich mir hievon zur Berechnung des Atomengewichts dieses Metalles sicherere Data versprach, als meine früheren Versuche gege-

von *Nischne Tagilsk*, zur Hälfte von *Goroblagodat*, zustellen, mit der Bitte, diese Erze zu analysiren und die Resultate darüber ihm mitzutheilen.

Digitized by

ben hatten. Die Schwierigkeit bestand nur darin, diese Salze aus einer Portion metallischen Rhodiums zu erhalten, da bekanntlich das Rhodium in Königswasser unlöslich ist, und man sie mit dem auf trocknen Wege gebildeten Oxyde nicht bekommt. Es glückte mir jedoch auf folgende Weise. Ich mengte fein geriebenes metallisches Rhodium entweder mit Chlorkalium oder mit Chlornatrium, rieb es recht innig damit zusammen, und erhitzte nun das Gemenge in einem Strom von Chlorgas. Hiezu wurde das Gemenge in eine, aus einem Barometerrohre geblasene Glaskugel gebracht, und, unter Erhitzung der Kugel mittelst einer Weingeistlampe, Chlorgas über dasselbe geleitet. Die Vereinigung geschah am besten, als die Kugel am Boden gelinde geglüht wurde. Da es nicht zu erkennen war, wann das Rhodium kein Chlorgas mehr absorbirte, so unterhielt ich den Versuch jedesmal einige Stunden lang; wobei aber dennoch die nicht gut geriebenen Metalltheile unverändert zurückblieben.

Nach dem Erkalten war die Salzmasse in der Kugel zusammengebacken und roth. Sie wurde in sehr wenig warmen Wassers gelöst, filtrirt und durch Alkohol gefällt; dann wurde der rothe Niederschlag auf ein Filtrum gebracht, und, zur Fortschaffung alles überschüssigen Chlorkaliums oder Chlornatriums, mit Alkohol von 0,84 spec. Gewicht gewaschen. Hiebei blieb allemal etwas von dem Salze in Alkohol gelöst, obgleich dasselbe, wenn es sich einmal in fester Gestalt abgesetzt hat, in Alkohol unlöslich zu seyn scheint. Beim Abdestilliren der alkoholischen Lösung wurde der gröfste Theil des Rhodiums zu Metall reducirt.

Das Natriumsalz. Diefs Salz schmilzt in seinem Krystallwasser, und wurde deshalb auf dem Sandbade getrocknet, bis es eine trockne Masse bildete. Beim Trocknen verlor es 30 Procent von seinem Gewichte. Um die letzten Antheile des Wassers zu vertreiben, wurde das getrocknete Salz in eine kleine, aus einem Barome-

Digitized by Google

terrohre geblasene, gewogene Glaskugel gebracht, darin bis nahe zum Glühen erhitzt, und dabei fortwährend Chlorgas darüber geleitet, so lange als dieses noch eine Spur von Feuchtigkeit mit sich führte. Das Gewicht des so getrockneten Salzes wurde alsdann genau bestimmt.

Die Analyse geschah auf die Weise, dafs ein Strom von trocknem Wasserstoffgas durch die Kugel geleitet wurde. Da dieses Gas aus undestillirtem Zink bereitet worden war, und es also möglicherweise etwas Arsenikwasserstoffgas enthalten konnte, so ging es, um von diesem befreit zu werden, zuerst durch ein Gefäfs, worin ein mit gesättigter Quecksilberlösung befeuchtetes und zusammengewickeltes Stück Leinwand befindlich war, und alsdann über Chlorcalcium. Die Kugel wurde mittelst einer Weingeistlampe erhitzt, worauf das Metallsalz sich bald zersetzte, Salzsäure fortging, und das Metall reducirt zurückblieb. Der Versuch wurde so lange fortgesetzt, bis das herausströmende Wasserstoffgas, beim Halten über einem mit Ammoniak befeuchteten Glasstöpsel oder beim Hineinleiten in eine etwas Ammoniak enthaltende Flasche, nicht mehr die geringsten Anzeigen von Salmiakdämpfen gab.

Nach dem Erkalten des Apparats hatte das darin gebliebene Wasserstoffgas, durch den Einflufs des reducirten Metalls, mit der hinzutretenden Luft ein wenig Wasser gebildet. Um dieses zu vertreiben, wurde durch die Kugel, unter gelinder Erhitzung derselben, ein Strom von trockner Luft geleitet, wodurch das aufgesogene Wasser Gelegenheit zum Verdampfen fand. Darauf wurde der Gewichtsverlust bestimmt, aus welchem sich der Chlorgehalt des Chlorrhodiums ergab.

Nun löste man das Salz in Wasser, und brachte das Metall auf ein ganz kleines und gewogenes Filtrum von feinem Papier, dessen Aschenrückstand bekannt war. Das Metall wurde sehr lange mit siedendem Wasser ausgewaschen, bis das Durchgehende, beim Verdunsten eines

Digitized by

Tropfens auf einem polirten Platinspatel, keinen Fleck mehr hinterliefs. Darauf wurde das Metall mit dem Filtrum getrocknet, in einen ganz kleinen und leichten Platintiegel gethan, und bis zur vollständigen Einäscherung des Filtrums geglüht. Dann verschlofs man den Tiegel mit einem Deckel, durch welchen Wasserstoffgas hineingeleitet werden konnte, und erhitzte nun das Metall in einem Strome von Wasserstoffgas bis zum gelinden Glühen.

Nachdem das Metall so weit erkaltet war, dafs es sich nicht mehr oxydirte, wurde der Deckel abgenommen und das rückständige Wasserstoffgas herausgelassen, da das Metall noch so heifs war, dafs es kein Wasser einsaugen konnte. Darauf wurde es gewogen.

Die von dem Metalle abgesonderte Salzlösung wurde in einem gewogenen Platintiegel zur Trockne verdunstet, bis zur gänzlichen Verjagung des Decrepitationswassers erhitzt, und alsdann gewogen.

Da in dem Folgenden mehrere Analysen auf dieselbe Art angestellt sind, so habe ich hier ein für alle Mal die Einzelnheiten derselben beschrieben. Der einzige Unterschied bestand darin, dafs, da die Menge des Salzes und des Metalls stets die des im Wasserstoffgas reducirten Gemenges wieder gab, zuweilen nur das Gewicht des Metalls bestimmt und das des Salzes durch Subtraction berechnet wurde.

1) 0,434 Gramm. wasserfreies Natronsalz verloren bei der Reduction 0,118 Grm. an fortgegangenem Chlor. Die rückständige Masse gab 0,117 Grm. Rhodium und 0,199 Grm. Kochsalz.

2) 0,415 Grm. gaben 0,114 Grm. Chlor, 0,113 Grm. Rhodium und 0,188 Grm. Kochsalz.

3) 1,204 Grm. gaben bei der Reduction 0,3325 Grm. Chlor; der Rückstand wurde zu einem andern Zweck angewandt.

Obgleich diese Analysen mit zu kleinen Quantitäten angestellt sind, um das Atomengewicht mit völliger Ge-

Digitized by Google

nauigkeit zu bestimmen; so sind sie dennoch geeignet, den relativen Chlorgehalt des Natronsalzes und des Rhodiumsalzes zu geben. Dieser Gehalt ist in beiden Salzen gleich, denn 0,199 Kochsalz enthalten 0,120 Chlor, und in 0,188 Kochsalz sind 0,113 Chlor. Daraus ergiebt sich also, dafs dieses Salz aus einem Atome Chlornatrium und einem Atome Chlorrhodium besteht; bei dem Kaliumsalze zeigt die Analyse ein anderes Verhältnifs.

Das Kaliumsalz. Dieses Salz wurde auf gleiche Weise wie das vorhergehende bereitet, und durch Auslaugen mit Weingeist vom Chlorkalium wohl befreit.

1) 3,146 Grm. von dem im Chlorgas bis nahe zum Glühen erhitzten Salze, verloren durch Reduction mit Wasserstoffgas 0,930 Grm. Chlor; aus der rückständigen Salzmasse wurden 0,912 Grm. Rhodium und 1,304 Grm. Chlorkalium erhalten.

2) 1,3 Grm. wasserfreien Salzes verloren bei der Reduction 0,3635 Grm. Chlor, und hinterliefsen 0,358 Grm. Rhodium nebst 0,515 Grm. Chlorkalium.

Man findet leicht, dafs die Gewichte des Chlors und des Rhodiums hier in demselben Verhältnisse stehen, wie bei dem Natriumsalze, dafs aber dagegen das Rhodiumsalz anderthalb Mal so viel Chlor, als das Kaliumsalz enthält; denn 1,304 Chlorkalium enthalten 0,619 Chlor und $619 \times 1\frac{1}{2} = 0{,}9285$. Diefs Verhältnifs zwischen dem Chlorgehalt der beiden einfachen Salze kann schwerlich mit der Annahme vereinigt werden, dafs das Rhodiumsalz eine gleiche Anzahl Atome wie das Kaliumsalz enthalte; dagegen scheint dasselbe zu beweisen, dafs das erstere aus *drei* Atomen Chlor mit *einem* oder *zwei* Atomen Rhodium bestehe. Wir werden weiter unten finden, dafs das Rhodium ein Chlorür besitzt, worin das Metall nur mit $\frac{2}{3}$ so viel Chlor als in diesem Salze verbunden ist; und diefs berechtigt zu dem Schlusse, dafs das Rhodium in dem Chlorüre mit *zwei*, und in diesen rothen Doppelsalzen mit *drei* Atomen Chlor verbunden ist.

Digitized by

Berechnet man aus den Analysen des Kaliumsalzes das Gewicht des Rhodium-Atoms, so erhält man, beim ersten Versuche, aus dem Verhältnisse zwischen Chlor und Rhodium: 651,12, und aus dem zwischen Rhodium und Chlorkalium: 652,27; die Mittelzahl zwischen beiden ist 651,645. Aus der zweiten Analyse erhält man die Mittelzahl 651,15; und wenn man die Mittelzahl aus beiden Analysen nimmt, so bekommt man 651,4, welche Zahl, als wahrscheinlich die richtigere, ich bei dem Folgenden anwenden werde.

Werfen wir nach dieser Bestimmung des Atomengewichts einen Blick auf die analysirten Salze. Es ist klar, dafs man das Kaliumsalz als bestehend aus: $KCl^2 + RCl^3$ betrachten mufs; und wenn man dessen Zusammensetzung nach dieser Formel berechnet, so erhält man nachstehenden Vergleich zwischen der Rechnung und dem Resultat der Analysen.

	Rechnung.	1. Versuch.	2. Versuch.
Chlorkalium	41,50	41,45	41,64
Chlor	29,53	29,56	29,40
Rhodium	28,97	28,99	28,96

Dieses Salz enthält Krystallwasser, welches es nicht bei $+100^\circ$ C. verliert. Wenn es, nach längerem Trocknen in dieser Temperatur, in Chlorgas bis nahe zum Glühen erhitzt wird, so geht das Krystallwasser fort. 100 Th. Salz gaben bei meinen Versuchen 4,88 Th. Wasser. Dieſs entspricht dem Gewichte von einem Atome, denn wenn man den Wassergehalt nach der Formel: $KCl^2 + RCl^3 + H$ berechnet, so fällt er zu 4,77 Procent vom Gewicht des Salzes aus.

Aus dem angenommenen Atomgewichte ist klar, dafs das Natronsalz besteht aus: $3NaCl^2 + 2RCl^3$; der Vergleich zwischen der Rechnung und den Analysen giebt dann:

Digitized by Google

	Rechnung.	1. Versuch.	2. Versuch.
Chlornatrium	45,55	45,85	45,30
Chlor	27,48	27,19	27,47
Rhodium	26,97	26,96	27,23

Ich habe angeführt, dafs das Natrumsalz 30 Procent Krystallwasser enthält. Diefs stimmt mit 6 At. Wasser auf jedes Atom Kochsalz, oder mit 18 Atomen auf das ganze Salz überein. Berechnet man den Wassergehalt nach der Formel: $3NaCl^2 + 2RCl^3 + 18\dot{H}$, so wird er: 29,52.

Hieraus ergiebt sich also, dafs die rothen Rhodiumsalze in ihrer Zusammensetzung nicht dem Platinchloride proportional sind, sondern einem zwischen dem Chlorüre und dem Chloride liegenden Verbindungsgrad entsprechen, welcher uns beim Platin noch fehlt, obgleich wir durch Edmund Davy's Versuche berechtigt sind, das Daseyn desselben zu vermuthen.

Es fragt sich nun, ob nicht das Rhodium noch einen dem Platinchlorid proportionalen Verbindungsgrad besitzt, und ob nicht ein solcher bei Auflösung der Platinlegirungen sich bilden könne.

Ich suchte deshalb das Rhodium auf die Weise mit dem Platin zu verbinden, dafs ich eine zusammengemischte Lösung von beiden zur Trockne verdunstete und den Rückstand mit Wasserstoffgas reducirte. Das Metall wurde alsdann gut ausgewaschen und mit Königswasser behandelt; dieses liefs das meiste Rhodium ungelöst zurück. Die Lösung mit Chlorkalium versetzt und abgedunstet, gab gelbe Krystalle von dem Platinsalze, während die Mutterlauge sich immer mehr und mehr röthete, und endlich das Rhodiumsalz zu einem rothen Ringe eintrocknete. Kaltes Wasser, in geringer Menge, löste das rothe Salz auf, mit Zurücklassung des Platinsalzes, welches bei der Zerlegung einen geringen Rhodiumgehalt zu erkennen gab, entsprechend den kleinen Quantitäten von den Salzen der Mutterlauge, welche unreine Krystalle stets

Digitized by Google

enthalten, welche aber durch ein paarmaliges Umkrystallisiren abgeschieden werden können.

Es ist also klar, dafs bei der Analyse der Platinerze kein dem Platinchloride proportionales Rhodiumsalz gebildet wird.

Um indefs zu ermitteln, wie sich die rothe Chlorverbindung für sich verhalte, löste ich das Kaliumsalz in Wasser, fällte das Kalium daraus mit Kieselfluorwasserstoffsäure, filtrirte, verdunstete zur Trockne, löste den Rückstand wieder in Wasser, wobei ein wenig Fluorkieselkalium ungelöst blieb, trocknete die Salzmasse abermals ein, löste sie wiederum in concentrirter Salzsäure, und trocknete sie auf's Neue ein, um den dem Rhodium hartnäckig anhängenden Fluorkiesel zu verjagen.

Das trockne Salz ist schwarzbraun, nicht krystallinisch, wird an der Luft weich und allmählig feucht, und erträgt eine sehr starke Hitze, ohne Chlor zu verlieren und ohne seine Löslichkeit einzubüfsen. Wenn man dieses Salz in concentrirtem Königswasser auflöst und destillirt, so verändert es sich nicht; die Farbe wird zwar schön und tief roth, aber nach Abdestillation des Königswassers erhält man, wenn man die zurückgebliebene Säure mit Kali sättigt, dasselbe Salz, welches zuvor analysirt worden ist.

Auch wenn man das Kaliumsalz mit chlorsaurem Kali und Salzsäure vermischt und langsam verdunstet, erhält man das gewöhnliche Salz.

Diese Versuche beweisen also, dafs das Rhodium eine so geringe Neigung zur Aufnahme von 4 Atomen Chlor besitzt, dafs eine solche Verbindung bisher noch nicht hat dargestellt werden können, weder für sich noch in Form eines Doppelsalzes.

Ich versuchte nun, wie sich das Rhodium verhalten würde, wenn man es in höherer Temperatur einem Strom von Chlorgas aussetzte. Rhodium, in dem Zustande feiner Zertheilung, wie man es bei der Reduction der Dop-

Digitized by Google

pelsalze durch Wasserstoffgas erhält, wurde in einen dem bei Reduction mit Wasserstoffgas angewandten ähnlichen Apparat gelegt, Chlorgas über dasselbe geleitet, und, nachdem die atmosphärischen Luft vertrieben war, über einer Weingeistlampe so weit erhitzt, dafs die Glaskugel, worin es sich befand, am Boden gelinde glühte. Von Zeit zu Zeit wurde die Gewichtszunahme untersucht, und wann sich keine mehr zeigte, wurde der Versuch abgebrochen. Das Metall hatte dabei an Volumen zugenommen, und stellte nach dem Erkalten ein blasses rosenrothes Pulver dar.

In der Röhre vor der Kugel hatte das Chlorgas ein Sublimat abgesetzt, dessen äufserster Theil gelb war, und sich in Wasser mit gelber Farbe löste. Die Menge desselben war zu gering, um auszumachen, was es eigentlich war.

Dahinter war in gröfserer Menge ein dunkelrothes, nicht krystallisirtes Sublimat, das sich in Wasser mit rother Farbe löste und aus RCl^3 bestand; in dem übrigen Theil der Kugel hatte sich eine dünne, hellgraue Lage sublimirt, welche in Wasser und Säuren unlöslich war, von concentrirter Aetzkalilauge aber bald zersetzt wurde, mit Zurücklassung eines brandgelben Oxydhydrats, dessen Menge aber zu gering war, um näher untersucht werden zu können. Dasselbe graue Sublimat bekommt man auch bei Bereitung der rothen Doppelsalze auf trocknem Wege.

Das von 100 Th. Rhodium erhaltene blafsrothe Pulver, nebst seinem Sublimate, dessen Menge aber äufserst gering war, wog 134,25. Dieſs entspricht einer Verbindung von einem Atom RCl^2 mit einem Atom RCl^3, oder einer Verbindung von 2 Atomen Metall mit 5 Atomen Chlor.

Dieſs rothe Pulver ist unlöslich im Wasser und in Salzsäure. Kalihydrat wirkt in der Kälte nicht darauf; wenn man es aber damit kocht, so wird es zersetzt und ein gelatinöses Oxyd gebildet, dessen Farbe aus Gelb, Braun und Grau zusammengesetzt ist. Die Zusammen-

Digitized by Google

setzung dieses Oxydes mufs seyn $= \ddot{R} + 2\dot{R}$. Der Ueberschufs des Kalihydrats löst eine Portion von diesem Oxyde mit gelber Farbe auf. Diese Lösung wird nicht von Säuren gefällt.

Wenn dieses Oxyd noch feucht mit Salzsäure übergossen wird, so färbt sich die Säure gelb, ohne dafs das Oxyd seine Farbe verändert; wenn man es aber mit der Säure digerirt, so erhält man eine rothe Auflösung und die Säure läfst ein graurothes oder schmutzig violettes Pulver ungelöst, welches beim Trocknen zusammenbackt, gelinde Erhitzung ohne Zersetzung erträgt, und bei Reduction durch Wasserstoffgas Salzsäure giebt und 60 Procent Rhodium zurückläfst. Diefs ist folglich Rhodiumchlorür $= R Cl^2$.

In der rothen Lösung, welche die Salzsäure bildet, ist wahrscheinlich eine Portion Chlorür gelöst, eben so wie es bei den Chlorüren von Platin und von Iridium der Fall ist; wenn man aber das Salz zur Trockne verdunstet, und wiederum in Wasser auflöst, so bleibt wenig oder gar kein Chlorür ungelöst. Das Salz enthält zugleich ein wenig Chlorkalium, welches von dem Kaligehalt des Oxydes herrührt.

Rhodiumoxyd und Rhodium-Sauerstoffsalze.

Bei meinen älteren Versuchen über das Rhodium, habe ich gezeigt, dafs dieses Metall, wenn es in Pulverform mit Kalihydrat und etwas Salpeter vermischt wird, sich bei anfangendem Glühen oxydirt und eine braune Verbindung von Rhodiumoxyd mit Kali giebt, welche bei Behandlung mit Salzsäure ein wenig Chlor ausstöfst und dabei ihr Ansehen verändert.

Bei diesen Versuchen beging ich den Fehler, dafs ich das so behandelte Oxyd für das Chlorür des Metalls ansah, dasselbe scharf trocknete, in einen gewogenen Platintiegel brachte, es wog und nun so lange einer sehr hohen Temperatur aussetzte, bis es reducirt war. Da ich

Digitized by Google

ich das Fortgegangene für Chlor ansah und danach das Atomgewicht berechnete, erhielt ich für dasselbe die Zahl 1501,36 oder 750,68, welche ich in meinen Tabellen über die Atomengewichte aufgeführt habe.

Da das durch den erwähnten Versuch gefundene Atomengewicht die Fehlerhaftigkeit der ältern Bestimmung zu erkennen gab, und ich nun eine Untersuchung über die Ursache dieses Fehlers anstellte, fand ich, dafs das, was ich zuvor für Chlorür gehalten hatte, ein Hydrat von Rhodiumoxyd gewesen war. Dasselbe Hydrat, aber etwas kalihaltig, erhält man, wenn man das auf trocknem Wege bereitete Oxyd lange mit Wasser auswäscht. Die Entwicklung von Chlor, welche ich auch bei den neueren Versuchen bemerkt habe, scheint von ein wenig neben Kali im Oxyde zurückgebliebener Salpetersäure herzurühren, deren Menge aber sehr gering ist.

Als ich versuchte dieses Präparat durch Erhitzung in einer kleinen Glasretorte zu zerlegen, so erhielt ich beim Glühen nur Wasser und eine Spur eines Gases, welches aber weder Sauerstoff- noch Chlorgas war. Das Wasser hängt dem Oxyde sehr harnäckig an, so dafs es erst, nachdem das Oxyd eine Stunde lang geglüht war, ausgetrieben wurde. Darauf wurde das Oxyd durch Wasserstoffgas reducirt. Von 100 Th. Oxyd wurden auf diese Weise 6,04 Th. Wasser und 15,36 Th. Sauerstoff erhalten. Der Sauerstoff des Wassers ist $\frac{1}{3}$ von dem des Oxyds, so dafs das Hydrat, nach der Formel $\dddot{R}+\dot{H}$ berechnet, besteht aus:

Rhodium	75,9
Sauerstoff	17,5
Wasser	6,6.

Dafs der Metallgehalt bei diesem Versuch ein wenig zu grofs ausgefallen ist, rührt daher, dafs, bei der Oxydation desselben auf trocknem Wege, einige Theile des Metalls unangegriffen bleiben, welche nicht abgesondert werden können, weil das Oxyd sich nicht auflösen läfst.

Digitized by

Ich erhitzte nun das rothe Salz von Chlorkalium und Chlorrhodium mit gepulvertem kohlensaurem Natron, und erhitzte das Gemenge in einer kleinen Glasretorte, bis, bei einer noch nicht zum Glühen reichenden Temperatur, alle Gasentwicklung aufhörte. Das Gas wurde über Quecksilber aufgefangen, und die Kohlensäure mit Kalihydrat fortgenommen. Dabei blieben, von den zuerst aufgefangenen Gasportionen, 3,7 Procent, und von den letzten 4,5 Procent von dem Volumen des Gases an Sauerstoffgas zurück. Wäre das Oxyd von $\dddot{R}$ auf $\dot{R}$ reducirt worden, so hätten $14\frac{1}{3}$ Procent Sauerstoff zurückbleiben müssen. Die unbedeutende Menge von Sauerstoffgas, welche das Metall bei diesem Versuch verlor, beweist, dafs es zu einer Verbindung zwischen $\dddot{R}$ und $\dot{R}$ geneigt ist. Das Verhältnifs, welches bei diesem Versuche zwischen dem Oxyde und Oxydule stattgefunden, deutet auf eine Verbindung von 3 und 4 $\dddot{R}$ auf ein $\dot{R}$, und läfst schliefsen, dafs diese Oxyde sich in mehreren Verhältnissen verbinden.

Das durch Glühen mit Salpeter und Kalihydrat erhaltene Oxyd hat auch dieselbe Zusammensetzung, wie das durch Zersetzung des rothen Salzes entstehende, mit dem Unterschiede, dafs es nur $\dddot{R}$ ist, welches statt des Oxyduls vom Kali aufgenommen wird.

Sowohl das Rhodiumoxyd, als auch dessen Hydrat, werden durch Wasserstoffgas ohne Mitwirkung äufserer Wärme reducirt, und sie erhitzen sich dabei, so lange die Reduction fortdauert.

Es ist bekannt, dafs das Rhodium sich beim Glühen oxydirt, und in dieser Hinsicht kann es also nur wie ungefähr das Nickel und das Quecksilber zu den edlen Metallen gerechnet werden. Hundert Theile Rhodium, in dem Zustande von Zertheilung, wie man es bei Reduction seiner rothen Salze durch Wasserstoffgas erhält, unter dem Zutritt der Luft einer vollen Glühhitze ausgesetzt,

Digitized by Google

vermehrten ihr Gewicht schnell bis zu 115 Th. oder etwas darüber; dann nahmen sie bei fortgesetztem Glühen, wobei sie alle zehn Minuten gewogen wurden, langsam zu, bis sie endlich 118,25 Th. wogen, wo dann das Metall in ein schwarzes Pulver verwandelt war. In einem andern Versuche hörte die Gewichtszunahme bei 117,9 auf.

Es ist klar, dafs diese Oxydationen eben so wenig beim Oxydul stehen bleiben, als wenn der Versuch mit metallischem Eisen angestellt worden wäre; vielmehr ergiebt sich, dafs hier, wie beim Eisen, Verbindungen von dem Oxyd mit dem Oxydule entstehen. Nach der in den angeführten Versuchen erhaltenen Gewichtszunahme, besteht das durch Glühen gewonnene Oxyd aus $\ddot{R}+3\dot{R}$, d. h. das Oxyd und das Oxydul enthalten darin gleichviel Sauerstoff. 100 Th. Metall würden dann nach Rechnung 18,4 Th. Sauerstoff aufnehmen.

Ich habe schon in dem Vorhergehenden gesagt, dafs sich ein Oxyd darstellen läfst, welches aus $\ddot{R}+2\dot{R}$ besteht.

Das Angeführte zeigt, dafs das Rhodium ein Oxydul besitzt, aber ich habe nicht versucht, dasselbe zu isoliren, und die Eigenschaften desselben sind also noch unbekannt. Ich halte es für die Ursache der Erscheinung, dafs die Lösung der zuvor genannten Doppelsalze in Säuren einen Stich in's Dunkelgrüne annehmen, da die Lösungen des reinen Oxyds citronengelb sind.

Die *Sauerstoffsalze* des Rhodiums sind fast ganz unbekannt. Nur das schwefelsaure Rhodiumoxyd ist bisher dargestellt worden. Die Auflösung desselben ist gelb. Da es noch nicht ausgemacht worden ist, ob diese gelben Rhodium-Lösungen sich in gleichem Verbindungsgrad, wie die rothen Chlorsalze, befinden, so habe ich einige Versuche angestellt, um hierüber in's Reine zu kommen.

Schwefelsaures Rhodiumoxyd, erhalten durch Auflö-

Digitized by Google

sung des Schwefelrhodiums, in Salpetersäure, wurde in Wasser gelöst, und die Lösung, nachdem sie mit Salzsäure angesäuert worden, mit Chlorbarium gefällt. Dabei entstand, ungeachtet des Ueberschusses von Salzsäure, ein brandgelber Niederschlag von schwefelsaurem Baryt und Rhodiumoxyd, eine Verbindung, deren Natur mir nicht recht klar ist, und die ausgefällte Flüssigkeit war citronengelb. Als die filtrirte Flüssigkeit in einem Destillationsgefäfse zur Trockne abgedunstet wurde, ging nur Salzsäure, ohne alle Einmengung von Chlor, über, und die in der Retorte zurückgebliebene Salzmasse löste sich im Wasser mit rother Farbe auf.

Der mit Rhodiumoxyd vereinigte schwefelsaure Baryt wurde lange mit concentrirter Salzsäure gekocht, wodurch sich der gröfste Theil des Oxyds auflöste; doch wurde das Barytsalz nicht farblos. Die Lösung in Salzsäure war citronengelb, wurde aber beim Eintrocknen roth, und Wasser löste dann rothes Chlorrhodium auf.

Zum überflüssigen Beweis, dafs die gelben Oxydsalze den rothen Chlorsalzen proportional sind, mag noch gesagt werden, dafs ich, als ich das rothe Kaliumsalz mit Schwefelsäure destillirte, Salzsäure erhielt, und in der Retorte ein schwerlösliches dunkelgelbes Doppelsalz zurückblieb, welches sich im Wasser mit gelber Farbe, aber nur in sehr geringer Menge, auflöste.

Ich habe hiebei den bemerkenswerthen Umstand gefunden, dafs das Rhodiumoxyd und seine Verbindungen mit Basen von Salzsäure, eben so wie von einer Sauerstoffsäure, mit gelber Farbe aufgelöst werden, und dafs die rothe Farbe des Chlorids nicht eher zum Vorschein kommt, als beim Kochen oder beim Verdunsten der Flüssigkeit zur Trockne. Es scheint also ein Auflösung in Chlorwasserstoff zu seyn, wobei sich erst bei höheren Temperaturen der Wasserstoff der Säure mit dem Sauerstoff des Oxydes vereinigt.

Die Sauerstoffsalze des Rhodiums werden am besten

Digitized by Google

erhalten, wenn man das rothe Kalium- oder Natriumsalz in Wasser löst, die Lösung mit kohlensaurem Natron, in einer etwas gröfsern Menge als zur Zersetzung des Chlorrhodium nöthig ist, versetzt, und nun dieselbe, die dabei nur unbedeutend getrübt worden ist, in einem offnen Gefäfse zum Verdunsten hinstellt. Bei einer gewissen Concentration gelatinirt sie, und setzt ein Oxydhydrat ab, welches, nach dem Auswaschen, mit Hülfe der Wärme in Säuren gelöst werden kann. Es enthält Alkali, und ich weifs nicht, ob es gänzlich davon befreit werden kann. Die Lösung in Säuren ist rein gelb, und schmeckt, wenn sie gesättigt ist, rein zusammenziehend. Das salpetersaure Salz trocknet zu einem gelben Syrup ein, welcher keine Zeichen von Krystallisation zeigt. Andere Salze habe ich nicht in fester Form dargestellt.

Wenn man ein rothes Rhodiumsalz mit kaustischem Ammoniak vermischt, so fällt zuerst nichts nieder, aber nach einer Weile wird die Farbe der Lösung heller, dann gelb, und nun setzt sich ein schön citronengelber Niederschlag ab. Dieser Niederschlag ist Rhodiumoxyd-Ammoniak. Er ist nach dem Trocknen blafsgelb und pulverförmig, und giebt, in einem Destillationsgefäfs erhitzt, ohne irgend eine Art von Decrepitation, Wasser und Stickgas, während metallisches Rhodium zurückbleibt. Er löst sich leicht in Salzsäure mit rein citronengelber Farbe, und diese behält die Lösung bis zum Eintrocknen, wobei das Salz roth wird.

Das Ammoniak schlägt nicht den ganzen Gehalt an Rhodiumoxyd nieder, vielmehr ist die alkalische Flüssigkeit gelb. Durch Eintrocknen erhält man ein gelbes basisches Doppelsalz, das gröfstentheils im Wasser unlöslich ist. Nach dem Waschen und Trocknen giebt es bei der Destillation: Salzsäure, Wasser, Stickgas, Salmiak und metallisches Rhodium.

Vermischt man das rothe Kaliumsalz mit schwefliger Säure, und läfst es dann einige Zeit stehen, so setzt sich

Digitized by Google

ein blafsgelbes, fast weifses Pulver ab, und die Flüssigkeit verliert an Röthe. Nach dem Waschen und Trocknen ist der Niederschlag weifs und pulverförmig. Bei der Destillation giebt er Schwefligsäuregas und Sauerstoffgas, während saures schwefelsaures Kali und Rhodiumoxyd zurückbleiben, die sich durch Wasserstoffgas zu einem Gemenge von schwefelsaurem Kali und Metall reduciren lassen, unter Entwicklung von Wasser und Schwefelwasserstoffgas. Er enthält 28 Procent Rhodium, welches mit der Zusammensetzung: $\dot{K}\dddot{S} + \dot{R}\dddot{S}^3$ übereinstimmt. Dieses Salz löst sich wenig in Schwefelsäure, welche sich davon citronengelb färbt. Vom kaustischen Kali wird es beim Kochen zersetzt, und giebt dabei ein gelbes Oxydhydrat. Wenn diefs Oxyd mit Salzsäure behandelt wird, giebt es das rothe Salz. Daraus folgt also, dafs ein Theil des Salzes, welches durch die schweflige Säure reducirt wurde, in der Lösung geblieben ist.

Ich vermischte die Lösung mit kohlensaurem Natron und verdunstete sie; es schlug sich dabei ein dunkel gelbgrünes Oxyd in Form einer Gallerte nieder, und die Flüssigkeit, welche durch das Filtrum ging, war schwach grün, wie von einem Kupfersalze. Diese Farbe rührte aber doch von aufgelöstem Rhodium her, denn als die Flüssigkeit mit Salzsäure gesättigt und abgedunstet wurde, nahm sie wieder eine rothe Farbe an. Das gefällte Oxyd löste sich in Salpetersäure mit einer gelblich grünen Farbe auf, setzte aber zugleich metallisches Rhodium ab. Hienach scheint es also, als habe das Rhodiumoxydul, gleich dem Kupferoxydul, die Neigung, bei Auflösung in Säuren, in Oxyd und Metall zu zerfallen.

Obgleich das Rhodium sich nicht in Königswasser löst, so kann es dennoch durch Zusammenschmelzung mit saurem schwefelsauren Kali gelöst werden; ein Umstand, welcher für die Analyse von grofser Wichtigkeit ist, weil man dadurch in Stand gesetzt wird, selbst ganz kleine Mengen dieses Metalles in Platin, Iridium und Osmium

Digitized by Google

zu entdecken und aus denselben auszuziehen. Das Rhodium wird beim Glühen unter Entwicklung von schwefliger Säure gelöst, aber die Lösung geschieht langsam, und erfordert, dafs der Platintiegel, worin dieselbe vorgenommen wird, mit einem gut schliefsenden Deckel bedeckt werden kann, damit nicht der Ueberschufs von Säure schnell fortrauche. Sobald bei Abnahme des Deckels die Salzmasse an der Oberfläche gesteht und krystallisirt, wird der Tiegel vom Feuer genommen und abgekühlt, das Salz mit kochendem Wasser ausgezogen, und das Ungelöste mit einer neuen Portion Salz behandelt. Wenn man auf diese Weise Rhodium von Platin oder Iridium scheiden will, so mufs die Umschmelzung so oft wiederholt werden, als noch das Salz bei erneuerter Operation Farbe annimmt. Um nicht bei den Analysen zu grofse Mengen von dem Salze gebrauchen zu müssen, habe ich zuweilen, nachdem das Salz den gröfsten Theil seiner freien Säure verloren zu haben schien, abgewogene Mengen von destillirter Schwefelsäure hinzugesetzt, dieselbe vorsichtig erhitzt, bis ihr Wasser verjagt war, und nun die Schmelzung fortgesetzt. Das Ungelöste mufs allemal umgeschmolzen werden, bis man sich durch die Farblosigkeit des Flusses überzeugt hat, dafs das Salz kein Rhodium mehr aufnimmt.

Das schmelzende Doppelsalz ist, wenn es wenig Rhodium enthält, roth und durchsichtig; wenn es aber damit fast gesättigt ist, sieht es dunkel und schwarz aus. Nach dem Erkalten ist es dunkel oder hell gelb, je nach seinem Metallgehalt. Einige Male habe ich es rosenroth erhalten. Es löst sich träge in kaltem Wasser, aber ganz leicht in siedendheifsem. Die Lösung ist gelb. Das Metall kann aus derselben nicht vollständig niedergeschlagen werden, weder durch Alkali noch durch Schwefelwasserstoffgas. Man mufs dazu die Lösung mit kohlensaurem Kali oder Natron übersättigen, in einem Platingefäfse zur Trockne verdunsten, bis zum Glühen erhitzen,

Digitized by

und nun das Salz mit Wasser ausziehen. Das zurückbleibende Rhodiumoxyd wird zuerst mit Salzsäure und dann mit Wasser gewaschen, mit Wasserstoffgas reducirt und darauf als Metall dem Gewichte nach bestimmt.

Wenn eine Platinlegirung zugleich Palladium enthält, so wird dieſs neben dem Rhodium von dem sauren schwefelsauren Kali gelöst. Das gewogene reducirte Metall wird dann mit Königswasser behandelt, die Lösung neutralisirt und mit Quecksilbercyanid gefällt, worauf man das Palladiumcyanid absondert, und das Gewicht des Palladiums von dem gemeinschaftlichen Gewichte beider Metalle abzieht.

Man kann sich auch des sauren schwefelsauren Kali's bedienen, um Rhodium von Iridium zu unterscheiden. Man schmilzt dazu die Probe in einem zugeblasenen Glasrohre mit dem Salze zusammen, das Iridium wird zwar von der Schwefelsäure oxydirt, aber nicht gelöst; das Rhodium dagegen löst sich auf, und giebt eine farbige Salzmasse.

2. Palladium.

Verschiedene Chemiker haben Versuche mit dem Palladium angestellt, aber dennoch ist von demselben nur ein einziger Verbindungsgrad mit Sauerstoff und Chlor bekannt. Die Versuche, welche ich hier anführen werde, haben gezeigt, dafs das Palladium dieselben Verbindungsgrade wie das Platin besitzt.

Atomengewicht des Palladiums.

Bei meinen älteren Versuchen über das Atomengewicht dieses Metalles *), bediente ich mich, zur Bestimmung desselben, der Zusammenschmelzung des Metalls mit Schwefel, und der Reduction des Chlorpalladiums durch Quecksilber, und daraus ergab sich das Atomenge-

*) *Kongl. Vetensk. Acad. Handl.* 1813, *p.* 204.

Digitized by Google

wicht, falls der Schwefel ein Atom, und das Chlor zwei Atome aufgenommen hatte, nach der ersten Bestimmung nahe =711, und nach der letztern nahe =704.

Die Versuche, auf welche diese Zahlen sich gründen, sind schwer mit der Genauigkeit anzustellen, welche die Bestimmung eines Atomengewichts erfordert. Ich habe deshalb die Reduction des lange bekannten Doppelsalzes mit Chlor und Kalium mittelst Wasserstoffgas angewandt. Hiebei stellt sich aber dennoch die Schwierigkeit ein, dafs der Chlorgehalt des Salzes schwerlich mit völliger Genauigkeit bestimmt werden kann, weil das Salz, wenn es bei zu gelinder Hitze getrocknet wird, Wasser enthält, und wenn man es zu stark erhitzt, Salzsäure fortgeht und Palladiumoxyd gebildet wird. Diesem Uebelstande habe ich jedoch dadurch auszuweichen gesucht, dafs ich das Atomgewicht nach dem Gehalt des Salzes an Chlorkalium berechnete.

1) 1,757 Grm. Kalium-Palladium-Chlorür, zuvor so stark erhitzt, dafs es am Boden schmolz, gaben 0,373 Grm. Chlor, 0,575 Grm. Palladium und 0,809 Grm. Chlorkalium.

2) 2,606 Grm. des Salzes, in einem Strom von trockner Luft strenge erhitzt, doch nicht bis zum Schmelzen, gaben 0,563 Grm. Chlor, 0,851 Grm. Palladium und 1,192 Grm. Chlorkalium.

Berechnet man diese Zahlen, so findet man, dafs das Palladiumsalz eben so viel Chlor wie das Kaliumsalz enthält; denn 1,192 Grm. Chlorkalium enthalten 0,566 Grm. Chlor. Wenn dieses Salz, wie wir weiterhin ohne allen Zweifel sehen werden, aus $KCl^2 + PdCl^2$ besteht, so wiegt das Palladiumatom, nach dem ersten Versuch: 664,61, und nach dem andern: 665,84, nach der Mittelzahl aus beiden also: 665,23. Nach dem Chlorgehalt bei dem letzteren Versuch erhält man 669,09; und die Mittelzahl aus allen drei Versuchen giebt 666,51. Ich habe aber dennoch Grund, die Zahl 665,84 als die der Wahrheit am nächsten kommende zu betrachten.

Digitized by Google

Chlorverbindungen des Palladiums und deren Doppelsalze.

a) *Chlorür.* Das Salz, welches man erhält, wenn man eine Auflösung von Palladium in Königswasser, nach Verdunstung der überschüssigen Säure, mit Chlorkalium versetzt und zur Krystallisation verdunstet, ist dasselbe, dessen Analyse ich so eben angeführt habe. Es enthält Palladiumchlorür und schiefst in gleicher Form an, wie das von Magnus entdeckte und analysirte Doppelsalz von Platinchlorür mit Chlorkalium, dessen atomistische Zusammensetzung es auch besitzt. Wenn es durch Vermischung von concentrirten Lösungen erhalten worden ist und sich in feinen Krystallnadeln abgesetzt hat, ist es goldgelb; dagegen ist es grünbraun, wenn es in gröfseren Prismen anschiefst. Es hat dieselbe Farbe nach dem Schmelzen, wenn es beim Erkalten in derselben Form, wie aus seiner Lösung in Wasser, anschiefst. Der Dichroismus, welchen man diesem Salze zugeschrieben hat, zeigte sich bei meinen Versuchen nicht. Diefs Salz löst sich sowohl in Wasser, als auch in Weingeist von 0,84 spec. Gew., aber bei der Destillation der geistigen Lösung wird der gröfste Theil des Metalls reducirt. Es wird auch beim Kochen von schwefliger Säure reducirt.

Ein gleiches Doppelsalz giebt das Chlorür auch mit Ammoniak. Das mit Natron ist viel leichtlöslicher.

b) *Chlorid.* Wenn das so eben beschriebene Kaliumsalz in Königswasser gelöst und darauf wieder zur Trockne abgedampft wird, so setzt sich gegen das Ende, unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas, ein rothes Salz in feinen mikroskopischen Krystallen ab. Wird das angewandte Salz vor- und nachher gewogen, so findet man, dafs es dabei gerade ein Doppel-Atom Chlor an Gewicht gewonnen hat, und es also aus $KCl^2 + PdCl^4$ besteht, welches Resultat überdiefs durch die Reduction mit Wasserstoffgas bestätigt wird. Die Farbe dieses Salzes fällt nach der Gröfse seiner Krystalle verschieden

Digitized by Google

von: weiß dies, wo ich, so kein Gott dich Alle tun hat, Ich dich nicht finden kann, und wo du selber bist. Es ist, wie wir sehen, nicht nur ein Gedanke, sondern ein Gefühl, das Gefühl der Gottverlassenheit, das Luther in diesen Worten ausdrückt, ein tragisches Gefühl, wie das ganze Verhältnis Luthers zu Gott ein tragisches ist. Es ist ein Verhältnis, das nicht zur Ruhe kommt, das nicht zum Frieden gelangt. Und trotzdem enthält es eine Fülle von Gottesgedanken, die Luther in seinen Predigten und Schriften ausgesprochen hat. Wir können sie nicht alle aufzählen, wir können nur einige Gedanken herausgreifen, die uns für Luthers Gottesbegriff charakteristisch erscheinen.

Da ist zunächst der Gedanke der Allmacht Gottes. Luther hat ihn in seinen Predigten und Schriften oft ausgesprochen. Gott ist der Allmächtige, der alles kann, was er will, der alles vermag, was er will. Gott ist der Allmächtige, der alles geschaffen hat, was da ist, der alles erhält, was da ist, der alles regiert, was da ist. Gott ist der Allmächtige, der alles, was da ist, zu seinem Dienste gebraucht

her mit einer mäfsigen Quantität Wasser fortgewaschen werden.

Es wird auch vom Alkohol weder gelöst, noch zersetzt. Diese Eigenschaft des Salzes ist für die Analyse von Wichtigkeit. In den Platinerzen kommt nämlich das Palladium immer zugleich mit Kupfer vor, und diese beiden Metalle verhalten sich im Allgemeinen einander so gleich, dafs es schwer fällt sie mit völliger Genauigkeit zu trennen, um ihre verhältnifsmäfsigen Mengen zu bestimmen. Da beide Metalle Doppelsalze mit Chlorkalium geben, aber das des Kupfers löslich ist in Alkohol, so kann man sie auf diese Weise von einander scheiden. Die Einzelnheiten davon, sollen bei der Analyse der Platinerze besonders angeführt werden.

Wenn dieses Salz mit kaustischem Ammoniak übergossen wird, so verwandelt es sich, unter Aufbrausen und Entwicklung von Stickgas in das Chlorürsalz.

Ein ganz ähnliches Doppelsalz von Ammoniak bekommt man, wenn man eine Auflösung des Palladiums in Königswasser mit Salmiak vermischt, und alsdann bei gelinder Wärme zur Trockne verdunstet. Es hat alle äufsere Kennzeichen des Kaliumsalzes, und auch dieselbe Schwerlöslichkeit in Wasser.

Mit Kochsalz habe ich dieses Doppelsalz nicht bekommen können, ohne Zweifel deshalb, weil es so leichtlöslich ist im Wasser, und folglich in der Auflösung zersetzt wird, ehe es eintrocknet.

Das Palladiumchlorid in diesen Salzen habe ich nicht isoliren und in fester Form darstellen können. Eine concentrirte Lösung von Palladium in Königswasser enthält gröfstentheils nur Chlorür und salpetersaures Oxydul; wenn man aber eine concentrirte Auflösung von Chlorkalium eintröpfelt, so fällt zuerst etwas rothes Salz nieder, zum Beweise, dafs die Flüssigkeit Chlorid enthält, und darauf bildet sich eine gröfsere Menge vom Chlorür-

Digitized by Google

Doppelsalze. In aufgelöster Form kann man dieses Chlorid erhalten, wenn man sein Doppelsalz durch Kali zerlegt, und dann das Oxyd, nachdem es gewaschen und getrocknet ist, mit concentrirter Salzsäure übergiefst. Es löst sich dann mit einer prächtigen brandgelben Farbe auf, während eine Portion des Kalium-Doppelsalzes, herrührend von dem Kaligehalt des Oxyds, zurückbleibt; aber die Lösung riecht nach Chlor. Von Chlorkalium wird es fast ganz und gar als Chlorid-Doppelsalz gefällt; wenn man es aber abdampft, so geht Chlor fort und Chlorür bleibt zurück.

Bei der Analyse der Platinerze ereignet es sich zuweilen, dafs, wenn man Königswasser bei gelinder Wärme bis zur Trockne über das Erz abdestillirt und die Masse darauf in Wasser löst, alsdann die Lösung nach Chlor riecht; diefs rührt daher, dafs sich das Palladiumchlorid zersetzt. Die Flüssigkeit mufs alsdann erwärmt werden, so lange als noch ein Geruch von Chlor zu verspüren ist; denn sonst fällt man Palladium-Chloridsalz neben dem Chloridsalz des Platins.

c) *Palladiumchlorür mit kaustischem Alkali.* Wenn ein Palladiumsalz mit Ammoniak versetzt wird, entsteht ein Niederschlag, welcher sich bald mit gelber Farbe auflöst, und nach einer Weile wird die Lösung farblos. Diefs geschieht noch schneller, wenn die Flüssigkeit und das Ammoniak concentrirt oder warm sind.

Als ich diefs Verhalten zum ersten Male bemerkte, glaubte ich, dafs das Palladium durch das Ammoniak auf eine niedere Verbindungsstufe zurückgeführt würde, obgleich ich dabei niemals eine Entwicklung von Stickgas wahrnahm. Ich fand jedoch hernach, dafs ganz dasselbe geschieht, wenn man eine Lösung von Palladiumchlorür in eine Lösung von Kalihydrat tröpfelt, wobei die Farbe in einem Augenblick verschwindet und die Bestandtheile des Chlorürs in der Flüssigkeit zurückbleiben. Es ist

Digitized by Google

also klar, dafs der Ueberschufs des Alkali's und nicht eine Reduction die Ursache des Verschwindens der gelben Farbe war.

Wenn man das Palladiumchlorür mit kaustischem Ammoniak versetzt, bis man eine klare und farblose Flüssigkeit erhält, und dieselbe darauf bis zur Trockne verdunstet, so bekommt man, bei Auflösung der Masse in Wasser, einen gelblichgrünen, unlöslichen, pulverförmigen Rückstand, welcher bei trockner Destillation zuerst ein wenig freies Ammoniak, dann Salzsäure, Stickgas und endlich Salmiak giebt, während reines metallisches Palladium zur Hälfte seines Gewichts zurückbleibt. Dieses Salz ist dem *Mercurius praecipitatus albus* der Pharmaceuten analog, und besteht aus einem Atom Palladiumchlorür und einem Doppelatome Ammoniak. Die Entstehung desselben gründet sich darauf, dafs es Ammoniak und nicht Ammonium enthält, und die Zersetzung desselben in höherer Temperatur darauf, dafs das Chlor des Chlorürs mit dem Ammoniak bildet: Chlorammonium, Stickgas und Salzsäure. Die Formel für die Zusammensetzung dieses Körpers ist: $PdCl^2 + NH^3$. Es ist möglich, dafs die farblose Verbindung mit Kali besteht aus: $\dot{K} + PdCl^2$.

Wenn man das Kalium-Palladium-Chlorür in kaustischem Ammoniak auflöst, so bekommt man eine farblose Flüssigkeit, welche so lange farblos bleibt, als sie einen Ueberschufs von Ammoniak enthält. Einer freiwilligen Verdunstung ausgesetzt, giebt sie farblose, strahlige Krystalle, gemengt mit einem gelben, pulverförmigen Stoff, in welchen die Masse, bei Verdunstung in der Wärme, ganz und gar verwandelt wird. Dieser gelbe Stoff ist ein ähnliches Ammoniaksalz, welches aber daneben Palladiumoxydul-Ammoniak enthält. Es gab 57,5 Procent Palladium.

Wenn die Lösung eines Palladiumsalzes in Ammoniak abgedunstet wird, bis der Ueberschufs dieses Alkali's

Digitized by Google

fortgegangen ist, das Salz sich aber noch nicht gelb gefärbt hat, so entsteht bei Eintröpfelung von Quecksilbercyanid im ersten Augenblick kein Niederschlag, aber nach einigen Augenblicken werden perlmutterartig glänzende, farblose Krystallschuppen gebildet, welche Cyanpalladium enthalten.

Wenn man das Kalium-Palladium-Chloridsalz mit Wasser anrührt und alsdann mit Quecksilbercyanid vermischt, so zersetzt sich das Salz, und man erhält ein flokkiges, blafsrothes Cyanpalladium, welches allmählig seine Farbe verändert und hell wird, während die Flüssigkeit nach Blausäure zu riechen anfängt.

Oxyde und Sauerstoffsalze des Palladiums.

Diese sind wenig untersucht worden. Wir haben bisher nur das Oxydul gekannt, und selbst die Eigenschaften dieses sind nicht richtig erforscht worden.

Es ist bekannt, dafs das Palladium bei Erhitzung bis zu einer gewissen Temperatur blau anläuft, aber man weifs nicht, was dieser Anflug eigentlich ist. Ich erhitzte fein zertheiltes Palladium, so wie man es durch Reduction der Chlorürsalze mit Wasserstoffgas bekommt, in einem Strom von Sauerstoffgas bis zum anfangenden Glühen. Der Anflug war recht schön blau, allein eine Gewichtszunahme war auf der Wage nicht wahrnehmbar, und die Veränderung erstreckte sich nur auf die Oberfläche. Durch Wasserstoffgas verschwand er; es war also ziemlich deutlich ein Oxyd.

Man hat angeführt, dafs die Palladiumsalze durch Ammoniak blau würden; diefs rührt aber von Kupfer her, und hat nichts gemein mit dem blauen Ueberzug, welcher beim Glühen an der Luft gebildet wird. Wahrscheinlich werden bei dieser oberflächlichen Oxydation Verbindungen zweier Palladiumoxyde gebildet, analog den blauen Oxyden des Iridiums und des Osmiums.

Das Palladium oxydirt sich beim Schmelzen mit Alkali

Digitized by Google

und Salpeter weit weniger als die übrigen Begleiter des Platins, und die Oxydationsstufe, die sich dabei bildet, ist Oxydul. Vermischt man das Chloridsalz mit kohlensaurem Natron und erhitzt es, bei einer noch nicht an's Glühen reichenden Hitze, so lange als es noch Gas giebt, so erhält man Kohlensäuregas und die Hälfte des Sauerstoffs, welcher das Alkali verläfst, während die andere Hälfte in Verbindung mit dem Palladium bleibt und Oxydul bildet.

Wenn das Chloridsalz mit Alkali behandelt wird, so entsteht eine bisher unbekannte Oxydationsstufe des Palladiums, welche man *Palladiumoxyd* nennen kann, und welche, nach dem was wir über die Zusammensetzung des Chloridsalzes wissen, besteht aus: *einem* Atome des Radicals und *zwei* Atomen Sauerstoff, oder, in hundert Theilen, aus: 76,92 Metall und 23,08 Sauerstoff, wogegen das Oxydul 86,94 Metall und 13,06 Sauerstoff enthält.

Uebergiefst man das Chloridsalz mit kaustischem oder kohlensaurem Kali oder Natron, so löst es sich gröfstentheils mit dunkel gelbbrauner Farbe auf, und wenn man die Lösung eine Weile sich selbst überläfst, so gelatinirt sie und setzt das Hydrat des Oxydes ab; filtrirt man die Flüssigkeit, so ist das Durchgehende vom aufgelöstem Oxyd gelb. Das Oxydhydrat ist dunkel gelbbraun, fast wie Umbra, und wird beim Waschen mit siedendheifsem Wasser noch dunkler. Es enthält Kali, welches durch Waschen nicht fortgenommen wird. Wenn das Gemenge von Chloridsalz und Alkali bis zum Sieden erhitzt wird, so wird das gefällte Oxyd schwarz *) und die alkalische Flüssigkeit farblos.

Das

*) Bei einer höheren Temperatur giebt es Sauerstoff und geht in Oxydul über. Das braune giebt zugleich Wasser, und zwar mit einer solchen Heftigkeit, dafs Alles zur Retorte hinausgeblasen wird. Das, durch Kochen gefällte, schwarze Oxyd zeigt diese Erscheinung nicht.

Digitized by Google

Das Palladiumoxyd löst sich, selbst im feuchten Zustande, träge in Säuren auf, doch löst es sich wirklich. Die Lösungen haben eine rein gelbe Farbe, und deuten auf die Gegenwart eines der Salze, welche man Palladiumoxydsalze nennen kann. Von Salzsäure wird es schnell gelöst; wenn die Säure concentrirt ist, wird, wie schon gesagt, Chlorid gebildet; ist die Säure aber etwas verdünnter, so entwickelt sich Chlor. Eine Portion Kalium-Palladium-Chlorid bleibt dabei stets ungelöst.

Die Oxydulsalze des Palladiums, die einzigen Sauerstoffsalze dieses Metalles, welche bisher bekannt waren, sind dennoch wenig untersucht worden. Sie zeigen mit Alkalien dieselbe Reihe von farblosen Verbindungen, wie das Chlorür.

Schon Fischer *) hat bemerkt, dafs das salpetersaure Palladiumoxydul bei Uebersättigung mit Ammoniak ein farbloses basisches Salz liefert, welches in glänzenden, vierseitigen, rechtwinkligen Tafeln anschiefst. Wird es durch Erwärmung eingetrocknet, so bleibt es in perlmutterglänzenden Schuppen zurück.

3. Iridium.

Mit diesem Metalle haben nur Tennant, und späterhin Vauquelin **) Versuche angestellt, und was wir von demselben wissen, ist das Resultat ihrer Arbeiten. Das Folgende wird indefs beweisen, wie wenig diefs als Richtschnur bei einer analytischen Untersuchung zu gebrauchen ist.

Darstellung des Iridiums. Das Iridium findet sich theils als Bestandtheil des Platinerzes, theils in Verbindung mit Osmium als eine eigne natürliche Legirung. In dem ersten Falle wird es entweder neben dem Platin vom Königswasser gelöst, oder es bleibt als ein schwar-

*) Jahrbuch der Chemie und Physik, LI. p. 202.

**) *Annales de chimie, LXXXIX. p.* 150.

Digitized by Google

zes Pulver ungelöst zurück. Da die Abscheidung des Iridiums vom Platin gerade der Zweck der Analyse ist, so werde ich davon erst bei der Beschreibung der analytischen Methoden reden, und hier mich nur mit der Zerlegung des Osmium-Iridiums beschäftigen.

Diese beiden Metalle halten mit einer Festigkeit zusammen, über die man sich mit Recht verwundern mufs, da die Stelle, welche sie in der elektro-chemischen Reihe einnehmen, nicht bedeutend verschieden zu seyn scheint.

Jeder Versuch zur Zersetzung dieser Verbindung mufs damit anfangen, dafs man sie pülvert. Sie bildet mehr oder weniger grofse Körnchen, die sehr hart sind und viele Festigkeit besitzen. Diese können nicht in einem steinernen Mörser zerstofsen werden, weil sich hierin nicht stark genug stampfen läfst. Am besten geschieht es in einem Mörser von Stahl, oder in einem Ringe auf einer Stahlplatte; aber die Härte der Körner ist so grofs, dafs, wenn die Schläge stark genug sind, sie sich in den Stahl eindrücken und darin sitzen bleiben. Man zerstöfst sie erst so viel wie möglich, und reibt sie dann so fein, dafs sich das Pulver wie Graphit auf der Hand ausstreichen läfst. Nachdem sie einmal zerstofsen sind, geht das Zerreiben zu einem feineren Pulver ziemlich leicht vor sich. Man darf am Zerreiben nichts sparen, weil das feine Pulver bald zerlegt, das gröbere dagegen nur schwach angegriffen wird. Das so erhaltene Pulver kocht man mit Salzsäure, welche das abgeriebene Eisen unter Aufbrausen löst, gieſst die Eisenlösung von dem Pulver ab, und wäscht dieses gut aus.

Ich hoffte diese beschwerliche Arbeit dadurch zu umgehen, dafs ich 1 Th. Osmium-Iridium mit 6 Th. Wismuth zusammenschmolz, und dabei die Hitze so hoch steigerte, dafs ein Viertel des Wismuths verflüchtigt wurde. Ich erwartete, dafs ich, bei der Auflösung des Wismuths in Salpetersäure, das Osmium-Iridium in einem höchst fein zertheilten Zustande erhalten würde; allein ich bekam

Digitized by Google

die Flitterchen unverändert wieder, nur wogen sie etwas weniger.

Die gepülverte Verbindung wird nicht merklich durch Erhitzung in Chlorgas oder Sauerstoffgas angegriffen. Dagegen können die Metalle auf zwei Arten löslich gemacht werden, nämlich durch Zusammenschmelzung entweder mit Natrium-Platin-Chlorid oder mit Salpeter.

Die erste dieser Methoden ist gerade nicht empfehlenswerth, weil die Metalle dabei durch Platin verunreinigt werden; allein ich glaube doch, dafs meine Erfahrung darüber angeführt zu werden verdient.

Zwei Theile des Metallpulvers wurden mit 3 Th. wasserfreien Chloridsalzes gemengt und in eine Glasretorte gebracht, welche nun im Sandbade so heftig erhitzt wurde, als sie es ertragen konnte, und zwar zwei Stunden lang. Osmium und Iridium scheiden hiebei, obgleich nicht gänzlich, das Platin aus, und verbinden sich mit dem Chlor und Natrium. Nachdem, was seither vom Osmium bekannt ist, hätte man erwarten sollen, dafs das Chlorosmium überdestilliren und das Iridium als Doppelsalz zurückbleiben würde; allein diefs geschieht eigentlich nicht. Zwar sammelt sich vorn im Retortenhals ein grünes Chlorosmium, und weiter hinten ein rothes Sublimat, welches Chloriridium ist, allein die Menge von beiden beträgt sehr wenig. Das geschmolzene Salz löst sich ganz leicht in Wasser, mit einer so dunkelbraunen Farbe, dafs die Lösung fast ganz undurchsichtig ist. Das Ungelöste ist Platin in feinen glänzenden Schuppen; aber diese enthalten auch eine Verbindung von Platin mit unaufgelöstem Osmium und Iridium, welche sich späterhin auf nassem Wege nur sehr schwierig abscheiden lassen. Die Lösung, welche nach Osmiumoxyd riecht, wird mit Königswasser vermischt und destillirt, wobei das Osmiumoxyd mit Wasser übergeht, aber doch das meiste Osmium in dem Salze bleibt. Wenn dieses nach dem Trocknen fein gepülvert, mit kohlensaurem Natron gemengt, und in einer

Glasretorte destillirt wird, so erhält man Kohlensäuregas, etwas Sauerstoffgas, und es sublimirt sich Osmiumoxyd. Ein Theil desselben folgt aber dem kohlensauren Gase, das man daher durch kaustisches Ammoniak absorbiren lassen mufs. Das in der Retorte zurückgebliebene Salz ist noch gemengt mit Iridiumoxyd und metallischem Platin. Das Salz wird mit Wasser ausgezogen, und der Rückstand mit Königswasser gelöst, wobei sich das Platin, obgleich etwas mit Iridium verunreinigt, auflöst, und das Iridiumoxyd ungelöst bleibt; diefs wird mit Wasserstoff reducirt und giebt dann metallisches Iridium.

Die Zersetzung mit Salpeter ist die beste und leichteste, und läfst fast nichts zu wünschen übrig. Man mengt das feine Pulver mit eben so viel, oder etwas weniger, Salpeter, den man kurz zuvor geschmolzen hat, damit er wasserfrei sey. Das Gemenge bringt man in eine kleine Porcellanretorte, versehen mit einer tubulirten Vorlage und einem Ableitungsrohre, das in eine Flasche mit verdünntem Ammoniak hinabgeht. Man erhitzt die Retorte anfangs ganz gelinde, und sieht darauf, dafs die Gasentwicklung nicht allzu heftig werde, weil sonst die Masse leicht übersteigt. Gegen das Ende verstärkt man die Hitze bis zur vollen Weifsgluth. Wenn kein Gas mehr entwickelt wird, ist der Versuch beendigt.

Das Salz wird in kaltem Wasser gelöst, und die Lösung in eine Flasche mit eingeriebenem Stöpsel gethan, worin man sie mit Salzsäure und vieler Salpetersäure vermischt, so dafs sie scharf sauer wird. Sie riecht dann sehr stark nach Osmium. Das Klare wird in eine Retorte gethan und destillirt, wobei man die Fugen wohl verkleben und die Vorlage gut abkühlen mufs. Der ungelöste Theil wird ebenfalls mit Salzsäure und Salpetersäure vermischt, und in einer besondern Retorte destillirt, wobei das Destillat gleichfalls Osmium, und der Rückstand in der Retorte Iridium, nebst einer Portion Osmium enthält.

Digitized by Google

Man mufs das Klare von dem Ungelösten absondern, um das Aufstofsen beim Kochen zu verhindern, wobei leicht eine Portion der Iridiumlösung in die Vorlage getrieben wird. Man darf die alkalischen Lösungen nicht durch Papier filtriren, weil sie von diesem theilweise desoxydirt werden, wobei sich das Papier von Iridiumoxydul grün färbt, und die Lösung ungemein schwer durchgeht. Die Salpetersäure wird in überschüssiger Menge zugesetzt, damit sie die Chlordoppelsalze des Osmiums zerstöre, und diefs Metall bis zu seinem flüchtigen Oxyde oxydire.

Das, was in beiden Retorten nach der Destillation zurückbleibt, wird filtrirt, mit Chlorkalium versetzt, und zur Verjagung der überschüssigen Salz- und Salpetersäure eingetrocknet. Die trockne Salzmasse wird mit kohlensaurem Natron gut vermischt, in einer Retorte, wie zuvor erwähnt, erhitzt, und das etwa entweichende Osmiumoxyd aufgefangen; hierauf löst man das Salz in Wasser, wobei das Iridiumoxyd zurückbleibt. Vermuthet man darin einen Platingehalt, so zieht man diesen mit Königswasser aus. Zuweilen enthält es etwas Rhodium, welches man dann durch Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali auszieht.

Nach allen diesen Operationen hält das Iridium dennoch eine Portion Osmium zurück, welche ihm sehr hartnäckig anhängt. Man kann es von dieser nur dadurch befreien, dafs man es mit Wasserstoffgas bei einer sehr gelinden Hitze reducirt, und alsdann an offner Luft so lange dunkelrothglühend erhält, als man noch den Geruch von Osmiumoxyd verspürt. Man mufs dabei das Iridium mehrere Male hinter einander reduciren und oxydiren, um es völlig vom Osmium zu befreien, was dennoch sehr schwer und langsam geschieht. Erhitzt man das Iridium zu stark, bis zur Weifsgluth, so vereinigen beide Metalle sich wiederum innig und schrumpfen zusammen, wo dann das Osmium nicht mehr verbrennt.

Digitized by Google

Um alles Osmium zu erhalten, habe ich das Iridium in einen Strom von Sauerstoffgas gelinde geglüht und das Gas in kaustisches Ammoniak geleitet. Wenn das Iridium sehr mit Osmium gemengt ist, lohnt sich diefs Verfahren der Mühe, aber nicht, wenn es sich darum handelt, die letzte Spur auszutreiben. Auch kann man durch gelinde Erhitzung des Metalls in Chlorgas das meiste Osmium abscheiden, welches dann, ohne condensirt zu werden, dem Gase folgt, und in kaustischem Ammoniak aufgefangen werden mufs. Wie das Iridium auf einen Osmiumgehalt zu prüfen sey, werde ich weiterhin bei dem flüchtigen Osmiumoxyd anführen.

Wenn das Iridium durch Wasserstoff reducirt worden, ist es grau, metallisch und ganz dem aus Platinsalmiak erhaltenen Platin ähnlich. Es ist unlöslich im Königswasser, in Schwefelsäure und im sauren schwefelsauren Kali. Es hat eine grofse Verwandtschaft zum Sauerstoff, so dafs es sich in fein zertheiltem Zustand beim Glühen oxydirt und in Iridiumoxyd verwandelt. In einem mehr compacten Zustande, z. B. so wie man es erhält, wenn es in Wasserstoffgas weifsglühend gemacht ist, oxydirt es sich weniger leicht. Wenn es bei strenger Glühhitze zugleich mit Luft und kaustischem oder kohlensaurem Kali in Berührung kommt, so oxydirt es sich und verbindet sich mit dem Alkali, welches dadurch gelb wird. Setzt man Salpeter hinzu, so wird der Zutritt der Luft hiebei unnöthig. Bei voller Rothglühhitze zerlegt es den Salpeter, und das Oxyd verbindet sich mit dem Kali desselben.

Atomengewicht des Iridiums und des Platins.

Die Bestimmung des Iridiumatoms geschah durch Reduction des schwarzen Kalium-Iridium-Chlorids mit Wasserstoffgas. Diefs Chlorid schiefst bekanntlich, wie das entsprechende Platinsalz, in regulären Octaëdern an, und ist folglich mit demselben isomorph; auch hat

Digitized by Google

es gleiche atomistische Zusammensetzung mit diesem. 100 Theile des in einem Strom von Chlorgas gelinde geglühten Iridiumsalzes verloren, bei der Reduction mit Wasserstoffgas, 29 Th. an fortgegangenem Chlor. Da beim Platinsalze derselbe Verlust statt findet, so scheint es, dafs diese Metalle, ähnlich dem Kobalt und Nickel, sehr nahe ein gleiches Atomengewicht besitzen.

Bei meinen früheren Versuchen bestimmte ich das Atomengewicht des Platins auf demselben Wege *); allein die Methoden zu Erhaltung eines reinen Platins, welche ich durch diese Versuche kennen lernte, waren mir nicht bekannt; ich beschlofs daher das Atomengewicht eines völlig reinen Platins mit dem des Iridiums zu vergleichen.

Das Kalium-Platin-Chlorid wurde aus einer alkoholischen Lösung von Platinchlorid durch eine gesättigte Lösung von Chlorkalium in Wasser gefällt, durch Waschen mit Weingeist von aller anhängenden Flüssigkeit befreit, und dann getrocknet, erstlich in Luft und hernach, bei einer bis zur Glühhitze reichenden Temperatur, in einem Strom von Chlorgas. 6,981 Grm. wurden mit Wasserstoffgas reducirt, und verloren dabei 2,024 Grm. an fortgegangenem Chlor. Das erhaltene Platin wog 2,822 Grm. und das Kaliumsalz 2,135 Grm.

Wie bekannt ist das Doppelsalz zusammengesetzt aus: $KCl^2 + PtCl^4$. Berechnet man nun das Atomengewicht nach dem Chlorgehalt, so findet man es $= 1234{,}34$; nach dem Chlorkalium berechnet dagegen, erhält man es $= 1232{,}18$. Der Unterschied beruht natürlicherweise, theils auf der Unmöglichkeit, die Versuche absolut genau anzustellen, theils auf kleinen Unrichtigkeiten, welche in dem Atomengewicht des Chlors und des Chlorkaliums liegen können. Vielleicht kommt man der Wahrheit am nächsten, wenn man aus beiden Resultaten die Mittelzahl nimmt, welche 1233,26 ist. Der Unterschied zwischen 0,2898, dem Chlorgehalt des Platinsalzes, und

*) *Annal. de chim. et de phys. XVIII. p.* 146.

Digitized by Google

0,2900, dem des Iridiumsalzes, liegt innerhalb der unvermeidlichen Beobachtungsfehler. Ich sehe daher das Atomengewicht des Iridiums als gleich an mit dem des Platins. Hinzusetzen mufs ich zwar, dafs ich das Iridium nicht absolut von Osmium befreit gehabt habe; allein da dieses Metall sehr nahe dasselbe Atomengewicht wie das Iridium hat, so kann ein geringer Gehalt von ihm im Iridiumsalz nicht merklich auf den Chlorgehalt desselben einwirken.

Chlorverbindungen des Iridiums und deren Doppelsalze.

Das Iridium verbindet sich mit dem Chlor in einer gröfseren Anzahl von Verhältnissen, als irgend eins der vorhergehenden Metalle; es giebt nämlich Verbindungen mit 2, 3, 4 und 6 Atomen Chlor. Für so viele Verbindungen hat unsere Nomenclatur keine Namen. Ich habe deshalb folgende Benennungen für diese Verbindungen gebraucht; die erste, mit 2 At. Chlor, nenne ich *Chlorür*, die mit 3 Atomen: *Sesquichlorür*, die mit 4 Atomen: *Chlorid*, und die mit 6 Atomen: *Sesquichlorid*.

a) ***Das Chlorid und seine Doppelsalze.*** Da das Iridium nur dann von Königswasser aufgelöst wird, wenn es mit andern Metallen, z. B. mit Platin, zusammengeschmolzen ist, und es auch dann nur in geringer Menge aufgenommen wird; so können diese Salze auf nassem Wege nicht anders, als nach der Oxydation des Metalls durch Glühen mit Kali gebildet werden, welches indefs sehr umständlich ist. Ich habe jedoch gefunden, dafs sich das Iridiumchlorid mit grofser Leichtigkeit bildet, wenn man das Metall, fein gepülvert, sorgfältig mit Chlorkalium oder Chlornatrium vermischt, und diefs Gemenge bei anfangender Glühhitze einem Strome von Chlorgas aussetzt, auf gleiche Weise, wie ich es beim Rhodium beschrieben habe. Die Salzmasse wird von dem noch nicht mit Chlor verbundenen Iridium durch Auflösung

Digitized by Google

in Wasser getrennt, und da sie eine niedere Chlorungsstufe, als das Chlorid, enthalten könnte, mit Königswasser vermischt und zur Trockne verdunstet. Der Ueberschufs von dem zugesetzten Chlorkalium oder Chlornatrium kann durch Wasser in kleinen Portionen ausgezogen werden; denn das Doppelsalz ist in der Lösung dieser Salze unlöslich. Es wird alsdann in siedendheifsem Wasser aufgelöst und zur Krystallisation verdunstet, wobei es jedoch immer rathsam ist, ein wenig Königswasser zuzusetzen, weil es leicht von den unbedeutendsten reducirenden Umständen auf das Sesquichlorür zurückgeführt wird.

Dieses Salz ist, wie Vauquelin schon gezeigt hat, schwarz, und schiefst in regulären Octaëdern an, welche kein Wasser enthalten. Da es überdiefs die atomistische Zusammensetzung des entsprechenden Platinsalzes hat, so folgt, dafs das Iridium und Platin isomorph sind. Ungeachtet dieses Salz schwarz ist, so giebt es doch ein rothes Pulver. Es ist unlöslich im Alkohol, und kann durch ihn aus seinen Auflösungen gefällt werden. Der Niederschlag ist je nach seiner Körnigkeit, schwarzbraun, braun oder dunkelroth. Es kann ohne Rückhalt niedergeschlagen werden, wenn die Flüssigkeit, aus der es gefällt wird, oder der Alkohol Chlorkalium aufgelöst enthält. Die Schwerlöslichkeit im Wasser, welche Vauquelin bei diesem Salze und dem entsprechenden Ammoniaksalze gefunden hat, habe ich nicht wahrgenommen. Wenn das Salz gepülvert ist, löst es sich sehr geschwind auf, bis die Flüssigkeit damit gesättigt ist: wenn es aber mit Chlorkalium oder Chlornatrium gemengt ist, so werden diese Salze vom Wasser gelöst, und das Iridiumsalz bleibt wie unlöslich in der farblosen Flüssigkeit liegen. Die Lösung des Doppelsalzes im Wasser ist in dünnen Schichten gelb, und in dickeren tiefroth; daher sieht sie in einem Glasgefäfs in Masse schön dunkelroth aus, während sie am Rande ihrer Oberfläche gelb erscheint. Diefs

Digitized by

Salz erträgt eine gelinde Glühhitze, ohne zu schmelzen oder zersetzt zu werden. In einer stärkeren Hitze wird es, ebenfalls ohne zu schmelzen, in das Sesquichlorür verwandelt, und bei einem noch stärkeren und anhaltendem Feuer gehen Chlor und Chlorkalium fort, und es bleibt metallisches Iridium mit einem Theil des Chlorkaliums zurück.

Mit Chlornatrium erhält man ein schwarzes Doppelsalz, welches theils in Tafeln, theils in vierseitigen Prismen mit zweiflächiger Zuspitzung anschiefst, und mit dem entsprechenden Platinsalze isomorph ist. Es enthält Krystallwasser und besteht aus: $KCl^2 + IrCl^4 + 6\dot{H}$.

Mit Chlorammonium bildet das Iridiumchlorid ein im ganzen äufseren Verhalten dem Kaliumsalze gleiches Doppelsalz, welches in Wasser sehr schwer löslich, und in Alkohol unlöslich ist. Es wird bei trockner Destillation zersetzt und hinterläfst dabei metallisches Iridium. Es besteht aus: $\dot{N}H^4Cl + IrCl^4$.

Aus diesem Salze erhält man, nach Vauquelin, das Chlorid, wenn man dasselbe mit Wasser anrührt und bis zur völligen Zersetzung des Salmiaks Chlor hineinleitet; wobei man sich aber vor den Folgen der Bildung von Chlorstickstoff zu hüten hat. Man kann das Chlorid auch erhalten, wenn man das mit Kali und Salpeter geglühte Iridium gut mit Wasser auswäscht, darauf mit Königswasser behandelt und bis zur Syrupsconsistenz abdunstet. Es setzt sich dann eine Portion Kaliumdoppelsalz ab, und, wenn man die concentrirte Lösung des Chlorids von dieser abgegossen hat, trocknet man sie ein, bis die überschüssige Säure verjagt ist. Sie gab, bei meinen Versuchen, keine Anzeigen von Krystallisation, sondern bildete eine schwarze, harte, gesprungene Masse, welche sich vom Glase ablösete, und eine starke Hitze ohne Zersetzung ertragen konnte. Es löste sich wiederum leicht in Wasser, mit derselben Farbe wie die Chloriddoppelsalze. Es löst sich auch in Alko-

Digitized by Google

hol, verwandelt sich aber dabei leicht in Sesquichlorür. Es hält das Wasser hartnäckig zurück, und giebt bei trockner Destillation zuerst Salzsäure, wobei Iridiumoxyd gebildet wird, und die Masse ihre Löslichkeit in Wasser verliert. In strengerer Hitze verliert es erst Chlor, reducirt sich dann anfänglich auf eine niedere Chlorverbindung und endlich auf Metall.

b) *Das Sesquichlorür und seine Doppelsalze.* Das Sesquichlorür wird erhalten, wenn man das mit Kali und Salpeter geglühte Iridium, nachdem es mit siedendem Wasser gut ausgelaugt ist, mit Salzsäure behandelt, die einen grofsen Theil der Masse mit schwarzbrauner Farbe löst. Die Lösung verdampft man zur Trockne, und zieht daraus das Sesquichlorür mit Alkohol aus, wobei eine Portion von dessen Doppelsalz mit Chlorkalium zurückbleibt. Diese Verbindung erhält man auch, wenn man das Iridium, entweder für sich oder gemengt mit Salpeter, in Chlorgas erhitzt, wobei ein dunkelbraunes Sublimat in eben nicht bedeutender Menge erhalten wird. In dieser Form ist es unlöslich in Wasser, was es auch wird, wenn man es für sich so stark erhitzt, als es ohne Zersetzung ertragen kann. Die Auflösung des Sesquichlorürs gleicht an Farbe der des Chlorids, bis auf eine Nüance, die sich nicht beschreiben läfst. Die erstere ist bei gleichem Gehalte von aufgelöstem Salze viel dunkler und zieht sich mehr in's Gelbbraune, doch kann man beide Lösungen schwerlich durch die Farbe mit einiger Sicherheit unterscheiden.

Das Doppelsalz des Sesquichlorürs mit Chlorkalium erhält man entweder, wenn man die Lösung des ersteren mit Chlorkalium versetzt, oder wenn man das Kalium-Chloridsalz mit feingeriebenem Iridium vermischt und bis zum Glühen in einer Glasretorte erhitzt. Die Masse schmilzt nicht. Wenn sie alsdann, zur Absonderung des ungelösten Iridiums, mit Wasser ausgelaugt, und die Lösung eingedampft wird, so schiefst zuerst etwas unzersetztes Chloridsalz an. Die Mutterlauge wird nun abge-

Digitized by Google

gossen und eingetrocknet, wobei sie, selbst bei der langsamsten freiwilligen Verdunstung, keine regelmäfsigen Krystalle giebt, sondern meist an den Kanten Vegetationen bildet. Das Salz ist nicht schwarz, wie das Chloridsalz, sondern dunkelgelbbraun. Zuweilen erhält man es mit einem Stich in's Blaue oder Grüne, was von etwas eingemengtem Chlorürsalz herrührt. Es ist fast unlöslich im Alkohol.

Ich habe die Zusammensetzung des Sesquichlorürs durch die Analyse dieses Doppelsalzes bestimmt, dessen concentrirte Lösung ich durch Alkohol fällte, um das Salz in fester Form rein zu erhalten, obgleich es nicht möglich ist, es frei von jeder Spur des Chlorür- oder Chlorid-Doppelsalzes zu erhalten. Hundert Theile dieses Salzes, die in einer Temperatur über $+100^{2}$ C., so lange bis sie nichts mehr verloren, getrocknet worden, gaben in zwei Versuchen:

Chlorkalium	32,20	31,8
Chlor	23,77	24,4
Iridium	44,03	43,8.

Vergleicht man den Chlorgehalt des Iridiums mit dem im Chlorkalium, so findet man, dafs er im ersten $1\frac{1}{2}$ Mal so viel beträgt, als im letzteren; denn in 32,2 Chlorkalium sind 15,25 Chlor und $15{,}25 \times 1\frac{1}{2} = 22{,}865$. Der Metallgehalt entspricht einem Atom Iridium. Diefs Salz besteht also aus: $K Cl^{2} + Ir Cl^{3}$.

Das Doppelsalz des Sesquichlorürs mit Chlornatrium, welches auf einem ähnlichen Wege erhalten wird, schmilzt beim Glühen und löst sich leicht in Wasser und Alkohol; seine concentrirten Lösungen sehen aus wie ein Gemonge von venösem Blut und Wasser.

Mit Salmiak erhält man ein leichtlösliches Doppelsalz, wenn man die Auflösung des Sesquichlorürs mit ein wenig Salmiak versetzt. Es giebt eine verworrene Salzmasse von dunkelgelbbrauner Farbe.

c) Das Chlorür und seine Doppelsalze. Wenn man Iridium, so wie man es durch Reduction seiner Dop-

Digitized by Google

gekleidet mit Wasserflasche, Brod, Ledersack und Stab, Gebetbuch und Rosenkranz, Pilgerhut mit Muschel an der Seite, scheint auf dem Wege nach Compostella zu sein. Vielleicht ist es ein Pilger, der sich dem Grafen Johann von Nassau-Saarbrücken, der 1509 nach Jerusalem pilgerte, anschloß.

Im Jahre 1509 pilgerte Graf Johann von Nassau-Saarbrücken nach Jerusalem. Er hatte sich dem Grafen Wilhelm von Henneberg angeschlossen, der ebenfalls nach dem heiligen Lande wollte. Graf Johann hatte seinen Sohn Wilhelm, den nachmaligen Grafen Wilhelm den Reichen, mitgenommen. Dieser Wilhelm war 1487 geboren, also 22 Jahre alt. Er hatte in Leipzig, auf seiner Reise durch Deutschland, studiert und war in Rom gewesen. Von Venedig aus fuhren sie nach Jaffa. Von dort ritten sie nach Jerusalem. Wilhelm hat es sehr genau genommen mit dem Besuch der heiligen Stätten. Er hat sie alle besucht, die in Jerusalem und Umgebung sind, und hat sie alle beschrieben. Er hat auch Ausflüge gemacht, die nicht zu den heiligen Stätten gehören, z. B. nach Damaskus. Er hat sich auch mit Land und Leuten, Sitten und Gebräuchen der Bewohner beschäftigt. Er hat sich mit ihnen unterhalten, hat ihre Sprache gelernt, hat ihre Lieder gesammelt. Er hat sich mit Juden, Türken und Arabern, mit Griechen und Armeniern, mit Mönchen und Nonnen, mit Priestern und Bischöfen unterhalten. Er hat sich mit ihnen gestritten, hat mit ihnen disputiert. Er hat sich mit ihnen verglichen. Er hat sich mit ihnen verbrüdert. Er hat sich mit ihnen verfeindet. Er hat sich mit ihnen versöhnt. Er hat sich mit ihnen gezankt. Er hat sich mit ihnen geschlagen. Er hat sich mit ihnen vertragen. Er hat sich mit ihnen gestritten um die Lehre von der Dreieinigkeit, um die Lehre von der Menschwerdung Gottes, um die Lehre von der Erlösung, um die Lehre von der Auferstehung, um die Lehre von der Kirche, um die Lehre von der Taufe, um die Lehre vom Abendmahl, um die Lehre von der Buße, um die Lehre von der Rechtfertigung, um die Lehre von der Heiligung, um die Lehre von der Prädestination, um die Lehre von der Bekehrung, um die Lehre von der Gnadenwahl, um die Lehre von der Gnadenwahl, um die Lehre von der Gnadenwahl. Er hat sich mit ihnen gestritten

giebt, welche, ohne ihre Löslichkeit zu verlieren, eingetrocknet werden kann, von wenig Wasser gelöst, von vielem aber gefällt wird. Aehnliche Verbindungen des Chlorwasserstoffs mit den Chlorüren anderer Metalle sind schon sonst bekannt.

Mit Chlorkalium giebt es ein grünliches, strahliges, krystallisirendes Doppelsalz. Man erhält dieses, wenn man eine Auflösung des Sesquichlorür-Doppelsalzes mit Alkohol fällt und die bräunliche alkoholische Flüssigkeit destillirt, wobei ein Theil des Iridiums zu Metall reducirt wird und ein anderer Theil in Chlorür übergeht.

Auch mit Chlorammonium bildet es ein Doppelsalz. Wenn fein gepulvertes Kalium-Iridium-Chlorid mit kaustischem Ammoniak übergossen wird, so entsteht in einigen Augenblicken ein Brausen, wobei Stickgas entwickelt wird, die Flüssigkeit eine braune Farbe annimmt, und ein heller fast weifser Stoff ungelöst bleibt. Wird die Flüssigkeit, nachdem sie filtrirt ist, zur Trockne verdunstet und der Rückstand in ganz wenig Wasser gelöst, so bleibt noch eine Portion von dem weifsen oder hellgrauen Stoff ungelöst. Die Lösung ist gelblichbraun. Vermischt man sie mit Alkohol, so wird ein Salz gefällt, welches in der weingeistigen Flüssigkeit bräunlich aussieht, aber nach dem Trocknen graubraun aussieht. Es ist löslich im Wasser und besteht aus: $IrCl^2 + NH^4Cl^2$.

Der unlösliche Stoff, welchen das Ammoniak in dem vorhergehenden Versuch aus dem Kalium-Chloridsalz bildet, ist nach dem Trocknen hellgrau bis grün, und etwas löslich im Wasser, so dafs er sich beim Waschen vermindert; aus dem Waschwasser kann er durch Verdunstung unverändert wieder hergestellt werden. Erhitzt, schmilzt er etwas, schwillt auf, und zersetzt sich mit Hinterlassung von 56,5 Procent Iridium, von dem er folglich mehr als das vorhergehende Salz enthält. Das relative Verhältnifs seiner flüchtigen Bestandtheile habe ich nicht

Digitized by Google

untersucht, und ich kann daher nichts Gewisses über seine Zusammensetzung sagen.

d) Doppelsalze des Sesquichlorids. Wenn man bei der Zerlegung des Osmium-Iridiums die mit Königswasser behandelte Masse, welche Chlorkalium in Ueberschufs enthält, eintrocknet und alsdann hinter einander mit kleinen Portionen Wasser übergiefst, um das Chlorkalium aufzulösen, so ereignet es sich gewöhnlich, dafs die erste Portion nur schwach gefärbt, die nächste aber mehr oder weniger dunkelrosenroth wird, wie die Lösung eines Rhodiumsalzes. Wenn man diese abgiefst und dann wieder ganz wenig Wasser hinzusetzt, so kann man auf diese Weise zu mehreren Malen rosenrothe Lösungen erhalten, die man nun besonders sammelt. Sobald das Chlorid anfängt sich aufzulösen, zieht sich die Farbe vom Rothen in's Gelbe, und dann giefst man die Lösungen nicht mehr zu den früheren. Die rothe Flüssigkeit wird zur Trockne verdunstet, der Rückstand zu feinem Pulver gerieben, und mit Weingeist von 0,84 ausgelaugt, welcher das Chlorkalium auflöst und eine geringe Röthe von dem Iridiumsalze annimmt. Endlich bleibt ein braunes Salzpulver zurück, welches sich mit rosenrother Farbe in Wasser auflöst, und bei freiwilliger Verdunstung daraus in vierseitigen, braunen, durchsichtigen, rubinrothen Krystallen anschiefst, welche aus rhombischen Prismen mit zweiflächiger Zuspitzung bestehen.

Dieses Salz gleicht einem Rhodiumsalze so sehr, dafs es verzeihlich wäre es für ein solches zu halten; allein es hat eine ganz andere Zusammensetzung als das rothe Kalium-Rhodiumsalz, und enthält auch kein Rhodium. 100 Th. dieses Salzes, so lange erhitzt als noch eine Spur von Feuchtigkeit auftrat, wurden durch Wasserstoffgas zerlegt. Dadurch fanden sich in demselben: 24,17 Th. Chlor, 23,92 Th. Metall, und 51,91 Th. Chlorkalium. Bei Berechnung dieser Resultate findet man, dafs der

Digitized by Google

Chlorgehalt des Metallsalzes dem des Kaliumsalzes gleich ist. Dagegen ist der Metallgehalt nur $\frac{2}{3}$ von dem im Iridiumchloride, und nahe dem eines Rhodiumsalzes gleich, worin Kalium und Rhodium gleiche Mengen Chlor aufgenommen haben würden.

Um auszumitteln, ob das erhaltene Metall wohl Rhodium sey, schmolz ich es sehr lange mit saurem schwefelsauren Kali; allein diefs löste nicht das mindeste auf, gab aber ein schwarzblaues Oxyd. Diefs Iridiumoxyd wurde mit Wasserstoffgas reducirt, und mit Chlorkalium in Chlorgas erhitzt, wodurch aber kein rosenrothes, sondern das gewöhnliche dunkelbraune oder rothe Iridiumsalz erhalten wurde. Ich habe das rosenrothe Salz nicht nach Belieben hervorbringen können, nicht einmal, ls ich die Auflösung des Chloridsalzes mit Chlor sättigte, oder mit Salzsäure und chlorsaurem Kali kochte und abdunstete. Diefs und der Umstand, dafs das rothe Salz bei den vorhergehenden Auflösungen und Abdunstungen ein grünes Pulver absetzte, welches nicht bei den Chloridsalzen geschieht, brachte mich auf die Vermuthung, dafs in diesem Salze ein anderes Metall als Iridium enthalten sey.

Dieser grüne ungelöste Stoff verhält sich indefs wie Iridiumchlorür, und ich habe bis jetzt keinen Grund, dafs Metall in diesem Salze für etwas anderes als für Iridium zu halten. Berechnet man die Zusammensetzung des Salzes, so findet man sie übereinstimmend mit der Annahme, dafs *ein* Atom Chlorkalium sich vereinigt habe mit *einem* Atome Chloriridium, in welchem das Metall mit 6 Atomen Chlor verbunden ist, wonach für dasselbe die Formel: $3\,K\,Cl^2 + Ir\,Cl^6$ entsteht. Die berechnete Zusammensetzung verglichen mit der beobachteten giebt folgendes:

	Berechnet.	Beobachtet.
Chlorkalium	52,21	51,91
Chlor	24,78	24,17
Iridium	23,01	23,92.

Die

Digitized by Google

Die Abweichungen des analytischen Resultats rühren von der Unmöglichkeit her, dieſs Salz ganz frei vom Kalium-Iridium-Chlorid zu erhalten.

Dieſs Salz wird aus seiner Auflösung in Wasser durch Alkohol mit blaſs rosenrother Farbe gefällt; aber es bleibt viel von dem Salze in der weingeistigen Flüssigkeit zurück, welche man abdestilliren kann, ohne daſs das Salz dadurch auf eine niedere Chlorungsstufe gebracht wird. Man kann mit Schwefelwasserstoffgas die übrigen Chlorsalze des Iridiums niederschlagen, während dieses in der Flüssigkeit bleibt. Aus diesem Grunde geht eine durch Schwefelwasserstoffgas gefällte Iridiumlösung rosenroth durch's Filtrum. Wenn indeſs die Flüssigkeit vollkommen mit Schwefelwasserstoffgas gesättigt, und, in einer zugepfropften Flasche, bei $+60^{\circ}$ C. in Digestion gestellt wird, so zersetzt sich allmählig auch dieses Salz zum gröſsten Theile, obgleich immer ein Theil übrig bleibt, der sich auf diese Weise nicht ausfällen läſst.

Oxyde und Sauerstoffsalze des Iridiums.

Das Iridium hat eine groſse Verwandtschaft zum Sauerstoff; es nimmt denselben beim Glühen auf und behält ihn in voller Glühhitze, wird aber, wie das Nikkel, bei einer noch höheren Temperatur ohne Zusatz reducirt. Jeder seiner Chlorverbindungen entspricht ein Oxyd, und jedes dieser Oxyde vereinigt sich mit Säuren zu Salzen. Dieſs macht viele Schwierigkeit in der Benennung derselben, da unsere Nomenclatur nur für zwei Salzbasen berechnet ist. Bis weiteres werde ich für diese Oxyde dieselbe Benennungsweise gebrauchen, welche ich bei den Chlorverbindungen angewandt habe. Diese Oxyde sind: *Oxydul*, $\dot{I}r$, *Sesquioxydul*, $\ddot{I}r$, *Oxyd*, $\dot{I}r$, und *Sesquioxyd*, $\ddot{I}r$. Die Zusammensetzung derselben ist dadurch bestimmt, daſs sie aus der Zersetzung der Chlorverbindungen durch Alkali entstehen.

Digitized by Google

a) *Oxydul.* Wenn das auf trocknem Wege bereitete Chlorür mit einer etwas concentrirten Lauge von kaustischem Kali gekocht wird, so scheidet sich das Oxydul in Form eines schweren schwarzen Pulvers ab, welches beim Kochen mit Säuren, obgleich diese dabei einen Stich in's Grüne bekommen, höchst unbedeutend angegriffen wird. Die Lauge, mit welcher das Chlorür gekocht wird, färbt sich allmählig purpurroth und endlich tief dunkelblau; diefs scheint von einer höheren Oxydation des aufgelösten Oxyduls herzurühren. Die Quantität, welche hiebei vom Alkali gelöst wird, ist sehr gering.

Wenn ein lösliches Chlorürdoppelsalz mit kohlensaurem Kali gefällt wird, so bekommt man einen graugrünen voluminösen Niederschlag, welcher das Hydrat des Oxyduls ist. Am leichtesten erhält man diefs, wenn man die Auflösung des Natrium-Iridium-Sesquichlorürs mit Chlorkalium vermischt und abdunstet, wobei sich Kalium-Iridium-Chlorid absetzt, und Chlorürsalz in der Flüssigkeit zurückbleibt, welches nun durch gelinde Digestion mit kohlensaurem Kali niedergeschlagen wird. Man mufs hiebei das kohlensaure Kali so wenig als möglich im Ueberschufs zusetzen, weil das Oxydul davon mit grüngelber Farbe aufgelöst wird.

Dieses Hydrat wird in der Wärme von Säuren zu schmutzig grünen Oxydulsalzen gelöst. Die Lösung in Salpetersäure, sich selbst überlassen, nimmt allmählig eine schöne Purpurfarbe an; wenn sie aber bei gelinder Wärme eingetrocknet, und dann wieder aufgelöst wird, so ist sie schön grün gelb wie zuvor. Ich habe keine Versuche über die einzelnen Oxydulsalze angestellt, sondern mich nur begnügt ihr Daseyn nachzuweisen.

b) *Sesquioxydul.* Diefs bildet sich vorzugsweise, sowohl auf trocknem wie auf nassem Wege. Auf trocknem Wege erhält man es, wenn man Kalium-Iridium-Chloridsalz mit einer gleichen Gewichtsmenge kohlensauren Kali's oder Natrons gut mischt, und in einem be-

Digitized by Google

deckten Gefäfse erhitzt, bis die Masse anfängt am Boden gelinde zu glühen. Erhitzt man das Gemenge bedeutend darüber, so treibt das Oxyd die Kohlensäure aus und verbindet sich mit dem Alkali, wodurch man dann mit Wasser eine gelbe oxydhaltige Auflösung bekommt. Bei mäfsiger Hitze ist dagegen die Auflösung des Alkali's farblos und frei von aufgelöstem Iridium.

Wenn man die Salzmasse in siedendem Wasser löst und filtrirt, so bleibt auf dem Filtrum ein zartes schwarzblaues Pulver, welches, nachdem die Salzlösung durchgegangen ist, eine grofse Neigung hat mit dem reinen Waschwasser durch das Papier zu gehen und eine graublaue trübe Flüssigkeit zu bilden, welche sich setzt, wenn sie in das salzhaltige Wasser fällt. Man wäscht daher diefs Oxyd mit einer Lösung von Salmiak, und raucht hernach den etwa darin gebliebenen Salmiak fort.

In diesem Zustande ist das Sesquioxydul unlöslich in Säuren; sogar durch Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali, worin sich fein zertheiltes Iridium bis zu dieser Stufe oxydirt, wird es nicht gelöst. Vom Wasserstoffgas wird es ohne Mitwirkung von äufserer Wärme zerlegt; es erhitzt sich mit ihm und wird zu Metall reducirt, ein Umstand, welcher davon herzurühren scheint, dafs es, wie das Metall, die Eigenschaft hat, Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zu Wasser zu vereinigen. Mit brennbaren Körpern gemischt und erhitzt, wird es unter lebhafter Detonation zersetzt. Ich bin überzeugt, dafs dieses Oxyd von den Chemikern, welche mit dem Iridium gearbeitet haben, für regulinisches Metall in fein zertheiltem Zustande gehalten worden ist.

Die Zusammensetzung dieses Oxydes habe ich auf die Weise bestimmt, welche schon beim Rhodium und Palladium von mir angewandt ist, hier beim Iridium aber weit übereinstimmendere Resultate liefert. Diese Methode besteht darin, dafs man das Gemenge von Kohlensäuregas und Sauerstoffgas, welches sich beim Glühen

Digitized by

von Kalium-Iridium-Chlorid mit kohlensaurem Natron entwickelt, auffängt und analysirt. Die gesammelte Gasmenge wurde in vier graduirten Eprouvetten aufgefangen. Nach Absorption der Kohlensäure durch kaustisches Kali, betrug der Rückstand, in der ersten: 0,114, in der zweiten: 0,12, in der dritten: 0,11, und in der vierten: 0,112. Wenn man voraussetzt, dafs der Sauerstoff, welchen das Alkali neben der Kohlensäure verliert, sich zu dem, welcheu das Metall dabei aufnimmt, verhält =4:3, so mufs das Gasgemenge, welches man erhält, bestehen aus: 88,89 Th. Kohlensäuregas und 11,11 Th. Sauerstoffgas. Da hiemit das Resultat des Versuches übereinstimmt, so folgt daraus, dafs das Sesquioxyd besteht aus *zwei* Atomen Radical und *drei* Atomen Sauerstoff.

Wenn das Sesquichlorür mit einem Alkali gefällt wird, so entsteht ein dunkelbrauner Niederschlag, welcher das Hydrat vom Sesquioxydul ist. Es geschieht indefs zuweilen, dafs, selbst nach einer Digestion, kein Niederschlag entsteht; worauf dieses beruht, ist mir unbekannt. Der Niederschlag enthält immer Alkali, welches nicht ausgewaschen werden kann; wenn man ihn mit Ammoniak erhalten hat, so detonirt er schwach bei Erhitzung und reducirt sich. Er löst sich in Säuren mit brauner oder schmutzig purpurrother Farbe, und giebt eigenthümliche Sauerstoffsalze, deren Auflösungen einem Gemenge von venösem Blute mit Wasser gleichen.

Diefs Oxyd wird auch gebildet, wenn man Iridium mit Alkali und Salpeter glüht; doch ist die Gegenwart des letzteren unnöthig, wenn die Luft freien Zutritt hat. Die geschmolzene Verbindung ist dunkel gelbbraun, und löst sich im Wasser mit einer schönen tief braungelben Farbe. Die Lösung hat einen eben so lockeren Bestand, wie die des mangansauren Kali's, und setzt bei unbedeutenden reducirenden Ursachen Oxydul ab, um so mehr, je verdünnter die Flüssigkeit ist.

Die feste Verbindung von Kali und Iridium-Sesqui-

Digitized by Google

oxydul enthält von dem letzteren mehr, als mit in Auflösung folgen kann, und deshalb wird sie vom Wasser zersetzt, welches Sesquioxydul verbunden mit weniger Kali ungelöst läfst. Dieser ungelöste, aus der Verbindung mit Alkali abgeschiedene Theil, löst sich in Säuren.

Ein anderer Theil von dem mit Alkali Geglühten ist ganz unlöslich, und besteht theils in Iridium, welches nicht oxydirt wurde, theils in Oxydul, zu dessen Verbindung mit Alkali es entweder an hinreichendem Alkali oder an hinreichend hoher Temperatur fehlte. Deshalb löst sich auch weit mehr Iridium mit Salpeter in einer Porcellanretorte, als mit kaustischem Kali in einem Silbertiegel, weil man bei der ersteren eine weit stärkere Hitze geben kann.

Schmilzt man Iridiumoxyd in einem Platintiegel mit kohlensaurem Kali bei einer sehr hohen Temperatur zusammen, so verbindet sich das Oxyd mit dem Alkali zu einer gelben oder brandgelben Salzmasse, welche, wie sich nach dem Erkalten beim Herausnehmen aus dem Tiegel zeigt, dessen Politur nicht im Mindesten angegriffen hat. Wenn man aber Wasser auf das Salz gieſst und damit erhitzt, so setzt sich auf das Platin eine dunkle Oxydhaut von grünbrauner Farbe ab, nicht unähnlich einem dicken Beschlage von Schwefel auf Silber. Dasselbe geschieht auch in einem Silbertiegel. Auf gleiche Weise werden auch die Platintiegel etwas fleckig, wenn man Iridium mit saurem schwefelsauren Kali in ihnen schmilzt.

Ich habe nicht bemerken können, dafs sich, bei Auflösung des durch Glühen mit Alkali erhaltenen Oxydes in Salzsäure, eine Portion Chloridsalz bilde, und daraus schliefse ich, dafs das Sesquioxydul die höchste Oxydationsstufe des Iridiums ist, welche auf trocknem Wege entstehen kann.

c) *Oxyd.* Ich habe dasselbe nicht isoliren können. Es ist so vollkommen löslich in kaustischen und kohlen-

Digitized by Google

sauren Alkalien, dafs keine Portion davon gefällt wird, wie viel oder wenig auch hinzugesetzt ist, weder in der Kälte noch bei Digestion. Wenn man das Kalium-Chloridsalz mit einer Lösung von kohlensaurem Kali oder Natron siedet, so erhält man unter Aufbrausen einen schwarzen Niederschlag; aber dieser besitzt nach dem Auswaschen alle Eigenschaften des Sesquioxyduls, und giebt bei Behandlung mit Salzsäure eine dunkelbraune Auflösung, aus welcher man kein Kalium-Chloridsalz bekommt. Man könnte, um das Verhalten der Alkalien zu dem Chloride zu erklären, meinen, dafs sie es deshalb nicht zerlegen, weil dieses Oxyd nicht existire; dafs aber diese Erklärung unrichtig ist, ersieht man daraus, dafs das Schwefeliridium, aus dem Chlorid mit Schwefelwasserstoff dargestellt, mit gröfster Leichtigkeit von Salpetersäure zu schwefelsaurem Iridiumoxyd gelöst wird, welches sich zu den Alkalien ganz auf dieselbe Weise verhält.

Wenn man dieses schwefelsaure Salz mit Chlorbarium vermischt, so wird eine sehr feste Verbindung des Oxydes mit dem schwefelsauren Baryt gefällt; und wenn man das Chloridsalz mit salpetersaurem Quecksilberoxydul versetzt, so wird von einer geringen Menge des Oxydulsalzes eine gelbbraune, flockige Masse gefällt, welche ein basisches Chloridsalz (eine Verbindung von Chlorid mit Oxyd) ist, wobei Quecksilberchlorid in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt. Setzt man noch mehr Oxydulsalz hinzu, so fällt ein hellgelbes Gemenge von Quecksilberchlorür und dem basischen Salze nieder. Digerirt man diesen Niederschlag mit der Flüssigkeit, so bekommt man, je nach den Umständen, Quecksilberchlorid oder Quecksilberchlorür und Iridiumchlorür, und die Farbe des Niederschlags wird graugrün.

d) Sesquioxyd. Diefs erhält man, wenn man das (von Ammoniak freie) rosenrothe Kalium-Iridiumsalz mit kohlensaurem Kali oder Natron vermischt. Es wird da-

Digitized by Google

bei ganz unbedeutend getrübt; wenn man es aber in Digestion stellt, so wird ein gelatinöses Hydrat gefällt, welches, auf ein Filtrum gebracht, braungelb oder grünlich ist, und dem Oxydhydrat, welches man unter gleichen Umständen aus der Rhodiumsalzen bekommt, in dem Maafse gleicht, dafs man es im Aeufseren nicht davon unterscheiden kann. Das Durchgehende ist von diesem Oxyde gelb gefärbt, da ein Theil desselben mit dieser Farbe von dem Alkali gelöst wird. Behandelt man das gewaschene Hydrat mit Salzsäure, so löst es sich, wie Rhodiumoxydhydrat, mit gelber Farbe auf, und erst bei anfangender Eintrocknung wird es roth. Das Salz, welches man dann erhält, ist regenirtes Doppelsalz, aus welchem Alkohol keine Spur von isolirtem Sesquichlorid zieht. Diefs beweist, dafs das Oxydhydrat eine Verbindung von Oxyd mit Kali ist. Erhitzt man das trockne Hydrat im Destillationsgefäfse, so wird es unter einer fast augenblicklichen Decrepitation zersetzt, wodurch es zur Retorte hinausgeworfen wird, wie das Hydrat des Palladiumoxyds. Da das Sesquichlorid *ein* Atom Metall mit *sechs* Atomen Chlor enthält, so besteht dieses Sesquioxyd aus *einem* Atome Metalle und *drei* Atomen Sauerstoff.

Tennant und Vauquelin haben, als besonders characteristisch für das Iridium, ein blaues Oxyd beschrieben, welches sich in Säuren und Alkalien mit blauer Farbe löse. Diefs Oxyd ist auch wirklich vorhanden; da es aber weniger Sauerstoff als das Sesquioxydul und mehr als das Oxydul enthält, so gehört es zu den Verbindungen, von denen wir Beispiele beim Eisen, Mangan, Wolfram und Molybdän kennen, und von welchen die meisten auch dieselbe gesättigte blaue Farbe besitzen. Ich habe diefs blaue Iridiumoxyd nicht so vollständig isoliren können, als zu einer Analyse desselben erforderlich gewesen wäre; denn es enthält gewöhnlich immer Alkali, besonders Ammoniak, womit es eine Art von detonirender Verbindung eingeht, welche indefs nicht explodirt,

Digitized by

sondern blofs decrepitirt. Man erhält es zuweilen, wenn man Iridium in einem bedeckten Gefäfse mit Kalihydrat behandelt, zuweilen, wenn man das Natrium-Chloridsalz mit Iridium zusammenschmilzt und die Lösung mit kaustischem Ammoniak fällt. Die sicherste Weise, es darzustellen, besteht darin, dafs man die Auflösung eines Chlorid-Doppelsalzes mit kaustischem Ammoniak in Ueberschufs versetzt und die Mischung abdampft, bis sie nur wenig mehr nach Ammoniak riecht. Sie wird dabei allmählig blau, und endlich schlägt sich das blaue Oxyd nieder. Verdunstet man die Flüssigkeit zur Trockne, so verschwindet es wieder. Das gefällte Oxyd bringt man auf ein Filtrum. Zuweilen ist das Durchgehende ganz farblos, zuweilen löst sich das Oxyd in dem Waschwasser, und theilt diesem eine blafs blaue Farbe mit. Diefs Verhalten gleicht völlig dem der blauen Oxyde des Wolframs und Molybdäns.

Die Iridiumlösungen kann man mit allen Regenbogenfarben erhalten, ohne dafs diefs von fremden Einmengungen herrührte. Sie sind rosenroth vom Sesquichlorid, dunkelroth, brandgelb oder gelb, je nach der Verdünnung, vom Chlorid und Sesquichlorür, grün, wenn diese beiden mit dem blauen Oxyd gemengt sind, und endlich blau oder purpurfarben, wenn sie, wie es scheint, eine Verbindung vom Sesquichlorür oder Sesquioxydul mit noch mehr Chlorür oder Oxydul, als im blauen Oxyde ist, enthalten. Die schmutzig grüne Farbe gehört dem Chlorüre an.

Vauquelin und Tennant haben gefunden, dafs die Iridiumlösungen ihre Farbe durch schweflige Säure, durch Eisenoxydulsalze und durch Ammoniak verlieren. Diefs ist aber nur der Fall, wenn sie sehr verdünnt sind, sonst bleiben sie gelbgrün. Diese Reductionen gehen niemals weiter als bis zum Chlorür; denn wenn man die Auflösung eines Chlorürsalzes mit diesen Reagenzien vermischt, bleibt die Farbe desselben ganz unverändert. Die

Digitized by Google

Vermuthung, dafs das Iridium in seiner niedrigsten Verbindungsstufe mit Chlor oder Sauerstoff farblose Verbindungen hervorbringe, ist also ungegründet.

Schwefeliridium.

Das Iridium scheint sich mit dem Schwefel in eben so vielen Verhältnissen als mit dem Sauerstoff zu verbinden, da seine Chlorverbindungen sich sämmtlich durch Schwefelwasserstoffgas zersetzen lassen. Diese Niederschläge sind dunkelbraun oder fast schwarz, und gleichen völlig denen, welche man vom Platin, Palladium und Rhodium bekommt. Sie werden beim Trocknen nicht sauer, wie das Schwefelplatin, geben aber, bei Erhitzung in einem Destillationsgefäfse, anfangs schweflige Säure, zum Beweise, dafs beim Trocknen eine Oxydation angefangen hat. Schwefeliridium löst sich leichter in Schwefelkalium und in wasserstoffgeschwefelten Salzen als Schwefelplatin. Aus einer solchen Auflösung mit einer Säure gefällt, is es bis zu einem gewissen Grade mit rothbrauner Farbe löslich in Wasser, so dafs das Waschwasser, nachdem die Säure durchgegangen ist, stark gefärbt wird. Ein grofser Ueberschufs an Säure hindert die Löslichkeit desselben, und daher scheidet sich beim Verdunsten der Flüssigkeit, in dem Maafse als die Säure concentrirter wird, das Aufgelöste wieder ab, obgleich nicht Alles gefällt wird. Durch den geringsten Gehalt von Salpetersäure in der Flüssigkeit wird es, beim Verdunsten, zu schwefelsaurem Iridiumoxyd oxydirt.

Die höheren Schwefelungsstufen lösen sich in kalter Salpetersäure mit grofser Leichtigkeit und ohne Rückstand. War das Schwefelmetall in Ueberschufs zugegen, so entsteht Oxydul- oder Sesquioxydulsalz, und die Lösung wird grünbraun oder rothbraun. Bei Ueberschufs von Säure, und besonders bei Anwendung von Wärme, erhält man schwefelsaures Iridiumoxyd, und die Flüssigkeit wird rein hell brandgelb. Ist die Säure concentrirt,

Digitized by Google

so geschieht es, wie beim Schwefelrhodium, dafs viel von dem neugebildeten schwefelsaurem Salze in der Säure ungelöst bleibt, dafs es aber sich auflöst, wenn man die Säure abgiefst oder Wasser hinzusetzt.

Ist das Schwefeliridium mit Schwefelplatin gemengt, so kann man das meiste Iridium, vereinigt mit ein wenig Platin, mit Salpetersäure ausziehen, da das Schwefelplatin gröfstentheils ungelöst bleibt, so lange man nicht Wärme anwendet.

Wenn man Schwefeliridium destillirt, so gehen Wasser, schweflige Säure und später Schwefel fort, während ein graues, dem Schwefelblei ähnliches, Schwefeliridium zurückbleibt, welches durch bloſse Erhitzung nicht zerlegt werden kann. Diefs löst sich nicht mehr in Salpetersäure und ganz unbedeutend in Königswasser, welches indefs allmählig auf dasselbe einwirkt, und sich schwach, aber schön grün färbt. Diese Schwefelungsstufe scheint also *IrS* zu seyn, und giebt mit Königswasser schwefelsaures Oxydul, von welchem die grüne Farbe herrührt.

Röstet man dieses Schwefelmetall, so geht viele schweflige Säure fort und die Masse wird dunkelbraun. Sie verwandelt sich dabei in ein basisches schwefelsaures Salz, welches durch Glühen nicht zersetzt wird.

(Schluſs im nächsten Hefte.)

VIII. *Ueber die Natur der Kohlenstickstoffsäure; von F. Wöhler.*

Durch die merkwürdigen Resultate, welche Hr. Liebig bei seinen Untersuchungen über die Kohlenstickstoffsäure erhalten hat, ist die Aufmerksamkeit der Chemiker von Neuem auf diese Substanz gelenkt worden. Die frühere Ansicht von der Natur derselben war bekannt-

Digitized by Google

lich, dafs man sie für eine Verbindung von Salpetersäure mit einem organischen Stoff hielt, wozu natürlicherweise ihre Eigenschaft, in Verbindung mit Kali, beim Erhitzen, und selbst durch einen Schlag stark zu explodiren, Veranlassung gab. Auch versäumte es Liebig bei seinen Versuchen nicht, einen Gehalt von Salpetersäure darin aufzusuchen, ohne dafs ihm aber die Auffindung derselben glückte, weshalb er annehmen zu müssen glaubte, dafs diese Säure keine Salpetersäure enthalte, sondern so zusammengesetzt sey, wie er es durch die Benennung derselben andeutete.

Als ich mir kürzlich diese Säure und ihre Salze, um sie kennen zu lernen, bereitet und mich selbst von der Heftigkeit überzeugt hatte, mit der diese Salze beim Erhitzen explodiren, konnte ich mir nicht wohl vorstellen, dafs diese Eigenschaft einer Substanz zukommen solle, die nach der Art der organischen Körper zusammengesetzt wäre, und als ich fand, dafs diese Säure sowohl mit Phosphor als mit Kalium bei gelindem Erwärmen eben so heftig, wie ein salpetersaures Salz verbrannte, schien es mir noch viel wahrscheinlicher zu werden, dafs sie einen Theil ihres Stickstoffs und Sauerstoffs als Salpetersäure enthalten müsse. Auch äufsert diese Meinung Berzelius in dem so eben erscheinenden III. Theil seines Lehrbuchs; und dadurch wurde ich um so mehr bestimmt, einige Versuche anzustellen, wodurch sich die Gegenwart der Salpetersäure in der Kohlenstickstoffsäure nachweisen liefse.

Wenn man sich diese Säure als eine Verbindung von Salpetersäure mit einer organischen Substanz vorstellt, so müfste die Salpetersäure, wenn sie auch nicht direct zu entdecken wäre, wahrscheinlicherweise frei werden, wenn man den damit verbundenen Körper bei einer Temperatur oxydirte oder zerstörte, die zur Zerstörung einer organischen Substanz für sich, ohne Oxydation, bei weitem nicht hinreichend wäre. Eine solche Zerstörung

Digitized by Google

läfst sich durch Behandlung mit einem Superoxyd und Schwefelsäure bewirken.

Ich vermischte daher Kohlenstickstoffsäure, die nach der von Liebig gegebenen Vorschrift in reinem Zustand dargestellt war, in einer Retorte mit Braunsteinpulver und Schwefelsäure. Bei Anwendung einer gelinden Wärme fand bald eine heftige, mit starker Erhitzung begleitete Einwirkung statt, und die ganze Retorte erfüllte sich mit einem rothgelben Dampf, der schon an seinem Geruch als salpetrichte Säure zu erkennen war. Bei einem zweiten, in gröfserem Maafsstabe angestellten Versuche wurde eine Kaliauflösung vorgeschlagen, welche sowohl den salpetrichtsauren Dampf, als auch die tropfenweise überdestillirende Salpetersäure aufnahm, und auf diese Weise wurden wohl characterisirte Krystalle von Salpeter erhalten.

Dieser Versuch ist, wie mir scheint, hinreichend, um die Gegenwart der Salpetersäure in der Kohlenstickstoffsäure zu beweisen. Um indessen dem Einwurf zu begegnen, als sey hierbei die erhaltene Salpetersäure aus den Elementen der angewandten Substanzen erst erzeugt worden, was aber immer ein merkwürdiges Beispiel von Salpetersäure-Bildung wäre, versuchte ich noch, die Säure durch starke Basen zu zerstören und die Salpetersäure auf ähnliche Weise auszuziehen, wie diefs bei den säurehaltigen Aetherarten geschieht, in denen die mit dem Aether verbundenen Säuren ebenfalls ihre gewöhnlichen Reactionen verloren haben.

Kohlenstickstoffsaures Kali wurde mit einer concentrirten Auflösung von kaustischem Kali gekocht, wodurch es zerstört wurde und sich eine undurchsichtige braune Auflösung bildete. Sie wurde mit Weingeist gekocht, und diese Auflösung von der unteren, damit nicht mischbaren Schicht abgegossen. Beim Verdampfen blieb eine gelbe, mit nadelförmigen Krystallen gemengte Salzmasse zurück, die, nach der Methode von Liebig, mit Schwefelsäure und Indigauflösung vermischt und erwärmt, die Entfär-

Digitized by Google

bung der letzteren sehr bald bewirkte, also Salpetersäure enthielt. — Da ich bei Anwendung von Baryterde das salpetersaure Salz besser isoliren zu können glaubte, so kochte ich Kohlenstickstoffsäure mit Wasser und einem grofsen Ueberschufs von Barythydrat. Die anfangs orangerothe, breiige Masse wurde zuletzt bräunlichgelb, und wurde nach dem völligen Eintrocknen noch einmal mit Wasser übergossen und von Neuem eingetrocknet, wobei sich sehr viel Ammoniak entwickelte. Sie wurde dann mit Wasser ausgekocht, wodurch sich eine schwach gelbliche Auflösung bildete, die keinen kohlenstickstoffsauren Baryt, aber viel freie Baryterde enthielt, die durch Kohlensäuregas ausgefällt wurde. Hierbei nahm sie einen ganz starken Geruch nach Blausäure an. Nach dem Filtriren und Abdampfen wurde ein gelbliches, unkrystallisirtes, auflösliches Barytsalz erhalten, welches beim Erhitzen, wegen Einmengung von organischer Substanz, wie Pulver abbrannte, obgleich es keine Kohlenstickstoffsäure enthielt, welches mit concentrirter Schwefelsäure deutlich Salpetersäure entwickelte, und welches Gemische eine ziemlich intensiv blaue Indigauflösung leicht entfärbte. — Die mit Wasser ausgekochte, unlösliche Barytmasse enthielt keine Kohlenstickstoffsäure mehr, dagegen aber viel Cyanbaryum, und entwickelte daher beim Auflösen in Salzsäure Blausäure.

Endlich kann ich zu diesen Beweisen für den Salpetersäuregehalt der Kohlenstickstoffsäure noch den Umstand hinzufügen, dafs man durch Chlor mit Indigo keine Kohlenstickstoffsäure erhält, was gewifs der Fall seyn würde, wenn sie nicht Salpetersäure in ihre Zusammensetzung aufnähme.

Diese Versuche beweisen freilich nicht, dafs es gerade Salpetersäure sey, welche die Ursache der explodirenden Eigenschaft der Kohlenstickstoffsäure ist; es könnte diefs auch salpetrichte Säure oder vielleicht selbst nur Stickstoffoxyd seyn. Auch lehren sie den Körper nicht

Digitized by Google

kennen, der mit der Salpetersäure die Kohlenstickstoffsäure bildet; aber diefs zu entscheiden war nicht meine Absicht. Indessen will ich noch einige in dieser Hinsicht angestellte Versuche angeben, die zwar hierüber keinen Aufschlufs geben, die aber doch eine eigenthümliche Veränderung der Kohlenstickstoffsäure kennen lehren.

Wenn man nämlich diese Säure auf eine ähnliche Weise, wie man bei der Reduction des Indigo's verfährt, mit Eisenvitriol und einem Alkali behandelt, so wird sie in eine tief blutrothe Substanz umgeändert. Man nimmt hierzu am besten mit Wasser angerührtes Baryt- oder Kalkerdehydrat, und vermischt damit ein gepulvertes Gemenge von Eisenvitriol und Kohlenstickstoffsäure, so dafs aber ein Ueberschufs von alkalischer Erde vorhanden ist. Die Masse nimmt bald eine braunrothe Farbe an, und durch Erwärmen wird diese Einwirkung noch befördert. Das breiige Gemenge von Eisenoxydhydrat, schwefelsaurer Baryt- oder Kalkerde und überschüssiger Erde wird abfiltrirt; die ablaufende Flüssigkeit ist intensiv blutroth gefärbt; die darin aufgelöste überschüssige Erde schlägt man durch Kohlensäuregas nieder. Beim Abdampfen der rothen Auflösung bleibt eine schwarzbraune, unkrystallisirte Materie zurück, welche, wenn die Reduction mit Baryterde geschah, ein metallisch-grünliches Ansehen hat. Diese Substanz löst sich wieder leicht und mit blutrother Farbe in Wasser auf; sie ist eine Verbindung der Erde mit der, wenn man sie so nennen darf, reducirten Kohlenstickstoffsäure. Beim Erhitzen brennt diese Substanz, unter Entwickelung von blausaurem Ammoniak, wie Pulver ab, und die dabei zurückbleibende, voluminöse Kohle hinterläfst beim Verbrennen kohlensaure Baryt- oder Kalkerde.

Die mit der Base verbundene Substanz läfst sich von der Base trennen und isolirt darstellen. Wenn man die rothe Auflösung der Barytverbindung mit aufgelöstem

Digitized by Google

Bleizucker vermischt, so entsteht ein dicker, lebhaft brauner Niederschlag, dessen vollständigere Ausfällung noch durch Zusatz von Ammoniak bewirkt werden kann. Nach dem Auswaschen und Trocknen sieht diese Bleiverbindung wie braunes Bleisuperoxyd aus. Im Wasser ist es mit dunkelgelber Farbe etwas auflöslich. Beim Erhitzen verpufft es so heftig wie das Kalk- oder Barytsalz. Es wurde mit Wasser vermischt und durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt. Hiedurch entstand eine tief gelbe Auflösung. Beim Abdampfen bis zu einer gewissen Concentration setzte sich daraus eine braune Substanz in krystallinischen Körnern ab. Sie war also die durch das Eisenoxydul reducirte Kohlenstickstoffsäure. In Wasser ist sie mit gelber Farbe, aber ziemlich schwer auflöslich, weshalb auch das Schwefelblei bei ihrer Abscheidung mehrere Male mit Wasser ausgekocht werden mufs. Sie ist fast ohne Geschmack. Bei der trocknen Destillation schmilzt sie und zeigt eine Art von Verpuffung, doch ohne Feuer, und dabei entwickelt sich eine grofse Menge blausaures Ammoniak. Die zurückbleibende glänzende Kohle verbrennt ohne Rückstand.

Mit der Auflösung eines Alkali's übergossen, löst sich dieser Körper mit einer schönen, sehr intensiven blutrothen Farbe auf. Hält man ein mit der Auflösung desselben benetztes Papier über Ammoniak, so wird es, selbst in ziemlicher Entfernung davon, eben so blutroth, wie mit Schwefelblausäure und Eisenoxydsalzen. Löst man die braune Substanz in Ammoniak auf und dampft ab, so erhält man eine dunkelbraune Masse mit Spuren von Krystallisation, woraus Kali Ammoniak entwickelt, und aus deren concentrirter Auflösung Salzsäure den mit dem Ammoniak verbundenen Körper wieder pulverförmig niederschlägt. Beim Erhitzen verpufft dieses Ammoniaksalz mit Feuer, unter Entwickelung von sehr viel blausaurem Ammoniak. — Diese blutrothen Verbindungen der reducirten Koh-

Digitized by

lenstickstoffsäure mit Basen haben einen bitteren Geschmack, werden durch Säuren sogleich gelb gefärbt, aber durch Zusatz von Alkali wieder blutroth.

Aus diesen Verhältnissen scheint also hervorzugehen, dafs der Körper, welcher in Verbindung mit Salpetersäure die Kohlenstickstoffsäure bildet, durch Einwirkung reducirender Mittel eine Veränderung erleidet, dabei aber noch mit Salpetersäure verbunden bleibt, wie diefs aus dem Verpuffen seiner rothen Verbindungen mit Salzbasen hervorgeht; und ich würde nicht anstehen, die beschriebene braune Substanz für reducirte Kohlenstickstoffsäure, in einer ähnlichen Bedeutung, wie man den farblosen Indigo reducirten Indigo nennt, zu erklären, wenn es mir gelungen wäre, sie durch Salpetersäure wieder in Kohlenstickstoffsäure umzuwandeln.

IX. *Ueber ein einfaches Verfahren zur Darstellung des Chromoxyduls im Grofsen; vom Geheimen Bergrath Frick.*

Die bisher bekannten Verfahrungsarten, aus dem chromsauren Kali reines Chromoxydul darzustellen, sind für die Arbeiten im Grofsen mit manchen Schwierigkeiten verknüpft.

Durch das Glühen des chromsauren Kali mit Schwefel, welches Verfahren zu dem angegebenen Zweck von Lassaigne vorgeschlagen worden, entsteht schwefelsaures Kali, welches sich durch Aussüfsen bei seiner Schwerauflöslichkeit nur mühsam fortschaffen läfst.

Bei andern, z. B. dem von Hrn. Dr. Wöhler angegebenen Verfahren, mufs die durch das Glühen des Chromeisens mit Salpeter gewonnene Lauge erst mit Säuren neutralisirt und krystallisirt werden, wodurch die Arbeit kostspielig wird.

Das

Digitized by Google

Das nachfolgende höchst einfache Verfahren umgeht die angegebenen Schwierigkeiten, und führt auf eine sehr leichte Weise zum Ziel.

Die durch das Aussüfsen des geglühten Gemenges vom Chromeisensteinpulver und Salpeter gewonnenen Laugen, die oft dunkel smaragdgrün gefärbt sind, werden in einen reinen eisernen Kessel sehr stark eingekocht, nach dem Abkühlen in grofse gläserne Gefäfse gegossen, und durch Abgiefsen und Filtriren vom Bodensatz abgeklärt, dieser ausgesüfst und fortgeworfen.

Die klaren, gelben Laugen enthalten aufser chromsaurem Kali noch unzersetzten Salpeter und eine bedeutende Menge freien Kalis.

Man kocht diese Lauge in einem reinen eisernen Kessel mit hinzugesetzten Schwefelblumen so lange, bis sich der entstandene Niederschlag von grünem Chromoxydul nicht vermehrt. Man prüft zu dem Ende die über dem Niederschlag sich klärende Lauge, durch Kochen mit einer neuen Quantität Schwefelblumen, ob solche beim Einsieden noch einen grünen Niederschlag fallen lassen. Ist diefs nicht mehr der Fall, so wird der grüne Niederschlag mit destillirtem Wasser hinreichend ausgesüfst, hierauf in verdünnter Schwefelsäure in der Wärme aufgelöst, die Auflösung mit Wasser verdünnt, vom rückständigen Schwefel getrennt, und die ganz klare grüne Auflösung mit reinem kohlensauren Natron niedergeschlagen, ausgesüfst und getrocknet.

Digitized by Google

X. *Ueber die Volumensveränderungen bei Mischungen von Alkohol und Wasser;* *von F. Rudberg.*

(Aus den *Vetensk. Acad. Handling.* 1827. *p.* 1. ausgezogen vom Verfasser.)

Wie bekannt, wird das Volumen einer Mischung von zwei ungleichartigen Flüssigkeiten nie der Summe der Volumina dieser beiden gleich. Die Volumsveränderung ist verschieden nach dem Verhältnisse, in welchem die Flüssigkeiten gemischt werden, und wird folglich bei irgend einer Mischung ein Maximum seyn. Dieses scheint, bei einem gewissen einfachen Verhältnifs zwischen den Sauerstoffgehalten der beiden Flüssigkeiten, statt zu haben. Ure hat schon gezeigt, dafs bei Mischungen von Vitriolöl und Wasser die gröfste Zusammenziehung eintrifft, wenn der Sauerstoffgehalt der Schwefelsäure dem Sauerstoffgehalt des Wassers gleich ist. Bei Mischungen von Alkohol und Wasser scheint dasselbe statt zu finden; die gröfste Zusammenziehung findet nämlich statt, wenn diese Flüssigkeiten in einem solchen Verhältnisse gemengt werden, dafs der Sauerstoffgehalt des Alkohols zu dem des Wassers in dem Verhältnisse wie 1 zu 3 steht.

Um dieses zu zeigen, hat man nur die Contractionen aus den schon seit längerer Zeit bekannten specif. Gewichten der Mischungen vom Alkohol und Wasser zu berechnen.

Die folgende Tabelle enthält in der ersten Columne die Volumina des Alkohols, in Procenten des Volumens der Mischung; in der zweiten die entsprechenden specif. Gewichte der Mischungen, welche bis zu 30 Procent aus den von Gay-Lussac bei +15° C. angestellten Versuchen*) entlehnt sind; von 30 Procent an, sind diesel-

*) *Lärbok i Kemien af Berzelius, T. V.* 1043.

Digitized by Google

ben aus den Tabellen von Tralles *) genommen, nachdem diese auf +15° und auf die Dichtigkeit des Wassers bei derselben Temperatur reducirt worden sind. Die dritte Columne enthält die berechnete Contraction, ausgedruckt in Procenten.

Procent.	Spec. Gewicht bei +15°	Contraction.
100	0,7947	0,00
95	0,8168	1,18
90	0,8346	1,94
85	0,8502	2,47
80	0,8645	2,87
75	0,8779	3,19
70	0,8907	3,44
65	0,9027	3,615
60	0,9141	3,73
55	0,9248	3,77
50	0,9348	3,745
45	0,9440	3,64
40	0,9523	3,44
35	0,9595	3,14
30	0,9656	2,72
25	0,9711	2,24
20	0,9761	1,72
15	0,9812	1,20
10	0,9867	0,72
5	0,9928	0,31
0	1,0000	0,00

Man sieht hieraus, dafs Alkohol und Wasser, bei ihrer Mischung, sich immer zusammenziehen, und dafs die gröfste Zusammenziehung in der Nähe von 55 Proc. liegt und etwa 3,77 Proc. beträgt. Um diesen Punkt genauer zu bestimmen, kann man die Gleichung:

$$c = A + Bp + Cp^2 + Dp^3$$

zwischen den Contractionen c und den Procenten p annehmen. Wählt man nun die in der Nähe des Maximums liegenden Beobachtungen für 70, 65, 45 und 40 Procente,

*) Gilb. Ann. d. Physik, XXXVIII. p. 349.

Digitized by

nachdem man, zur Abkürzung, die Contractionen mit 10 multiplicirt und die Procente mit 10 dividirt, so erhält man:

$$c = -23{,}00 + 25{,}35p - 3{,}15p^2 + 0{,}10p^3.$$

Berechnet man hienach die Contraction für 60 Proc., so wird diese $=3{,}730$, und also dieselbe als die beobachtete; die Contraction für 55 und 50 Procente werden 3,777 und 3,750.

Die Gleichung zur Bestimmung des Maximum wird:

$$0 = 25{,}35 - 6{,}30p + 0{,}30p^2,$$

dessen eine Wurzel $=5{,}4256$, welche $c=37{,}78$ giebt.

Hieraus folgt also, dafs die gröfste Zusammenziehung bei 54,25 Proc. statt habe und 3,778 Proc. ausmache.

Einige Versuche, die ich angestellt habe, will ich hier anführen. Sie sind nicht mit absolutem, sondern mit einem Alkohol gemacht, der bei $+15^0$ (das Gewicht des Wassers bei derselben Temperatur als Einheit angenommen) ein specif. Gewicht von 0,83991 hatte.

Die Resultate dieser Versuche sind in folgender Tabelle enthalten:

Versuche.	Wasser.	Alkohol von 0,83991 in Vol.	Spec. Gewicht der Mischung.	Contraction.
1	36,253	136,860	0,88783	1,648
2	41,907	133,674	0,89413	1,823
3	45,070	130,205	0,89795	1,916
4	49,525	126,573	0,90314	2,056
5	55,271	124,267	0,90845	2,166
6	59,574	114,761	0,91511	2,291
7	62,137	110,138	0,91907	2,387
8	66,832	105,923	0,92375	2,430
9	72,812	102,821	0,92895	2,501
10	76,336	97,970	0,93309	2,536
11	80,217	93,832	0,93713	2,566
12	82,358	85,877	0,94187	2,569
13	91,697	80,531	0,94882	2,560
14	99,111	76,693	0,95319	2,477

Digitized by Google

Diese Versuche geben zwar nur die Contractionen, so wie sie sind zwischen dem angewandten verdünnten Alkohol und Wasser; allein man kann leicht aus ihnen die zwischen absolutem Alkohol und Wasser berechnen, wenn nur die Contraction die bei dem verdünnten Alkohol statt gefunden hat, bekannt ist. Nimmt man nämlich an, dafs zu einem Volumen Alkohol $=u$, das aus einem Volumen absolutem Alkohol $=v$ und einem Vol. Wasser $=w$ besteht, ein Volumen Wasser $=V$ zugesetzt wird, und bezeichnet man das Volumen der Mischung mit U, so wird die beobachtete Contraction e:

$$e=100\left(\frac{u+V}{U}-1\right).$$

Die totale Contraction C der Mischung wird:

$$C=100\left(\frac{v+w+V}{U}-1\right)$$

und die schon bei dem verdünnten Alkohol stattgefundene Contraction c:

$$c=100\left(\frac{v+w}{u}-1\right).$$

Wonach folglich:

$$C=e+c\frac{u}{U}$$

und also die totale Contraction der Mischung bestimmt.

Um den Procentgehalt dieser Mischung zu finden, gilt folgende Gleichung:

$$p=P\frac{u}{U},$$

in welcher p und P die Procentgehalte an absolutem Alkohol in der Mischung und in dem angewandten verdünntem Alkohol bezeichnen.

Sucht man jetzt aus der oben angeführten Tabelle von Gay-Lussac die Contraction und den Procentgehalt an absolutem Alkohol für einen Spiritus von 0,83991 spec. Gew.; so erhält man die Contraction $c=2{,}120$ und

Digitized by

den Procentgehalt $P=88{,}30$, so dafs die obigen Formeln werden:

$$C=e+2{,}120\frac{u}{U}$$

und

$$p=88{,}30\frac{u}{U}.$$

Berechnet man hienach die Procentgehalte und Contractionen der Mischungen, so entsteht folgende Tabelle:

Versuche.	Procente.	Contraction.
1	70,96	3,351
2	68,45	3,466
3	66,85	3,521
4	64,77	3,601
5	62,44	3,665
6	59,46	3,718
7	57,80	3,774
8	55,45	3,761
9	52,98	3,773
10	50,89	3,758
11	48,82	3,738
12	46,23	3,679
13	42,34	3,576
14	39,47	3,424

Nimmt man jetzt, zur Bestimmung der Coëfficienten in der Gleichung zwischen den Contractionen und den Procenten, die Versuche 1, 5, 10 und 14, die ungefähr gleich weit, zwei auf jeder Seite, vom Maximum liegen, so erhält man:

$$c=-17{,}427+22{,}1751p-2{,}5381p^2+0{,}059865p^3$$

und also zur Bestimmung des Maximums:

$$0=22{,}1751-5{,}0762p+0{,}17959p^2,$$

dessen eine Wurzel $=5{,}400$, welche $c=37{,}75$ giebt.

Die gröfste Zusammenziehung liegt also, nach diesen Versuchen, bei 54,00 Procent und beträgt 3,775; das will sagen 103,775 Volumina haben sich zu 100 zusammengezogen.

Digitized by Google

Nach der Analyse des Alkohols enthält er dem Gewicht nach 34,454 Proc. Sauerstoff. Die 54 Volumenprocente oder 42,913 Gewichtstheile Alkohol enthalten also Sauerstoff =14,785; und die 49,77 Gewichtstheile Wasser enthalten Sauerstoff =44,248, welches sehr genau gleich dreimal 14,785 ist. Die am meisten zusammengezogene Mischung scheint folglich aus 3 Atomen Wasser und 1 Atom Alkohol zu bestehen.

Berechnet man das Verhältnifs der Volumina in einer solchen Mischung, in der Voraussetzung, dafs sie um 3,775 zusammengezogen sey, so findet man 53,939 Volumentheile absoluten Alkohols und 49,836 Volumentheile Wasser; welches Resultat nur um $\frac{1}{4}$ Proc. von dem aus Gay-Lussac's Tabelle berechneten abweicht, und fast ganz mit dem aus meinen Versuchen hergeleiteten zusammentrifft.

Der jetzt gefundene Werth der Zusammenziehung gilt nur für +15°. Bei niedrigern Temperaturen wird derselbe gröfser und bei höheren kleiner; denn aus Tralles Tabellen läfst sich berechnen, dafs:

bei + 4° die Contraction =3,97
+17°,5 - - - =3,60
+37°,7 - - - =3,31.

Dieses liefs sich auch voraussetzen. Denn da bei einer niedrigern Temperatur die Partikeln der Flüssigkeiten näher an einander liegen, ist auch ihre gegenseitige Anziehung, d i. die Contraction, gröfser.

Aus der anfangs angeführten Tabelle über die Contractionen sieht man, dafs Alkohol und Wasser bei ihrer Mischung sich immer zusammenziehen. Thillaye hat indessen Versuche mit Mischungen von Branntwein und Wasser gemacht, wobei er eine *Ausdehnung* des Volumens beobachtet hat. Diefs scheint wohl dem vorigen zu widersprechen, ist aber dennoch eine Folge davon. Denn der eine Branntwein z. B., mit dem er die Versuche gemacht hat, hatte ein specif. Gewicht =0,9544 bei +15°; also war bei diesem schon eine totale Contraction =3,35 Proc.

Digitized by

Wenn folglich C die totale Contraction der Mischung dieses Branntweins mit Wasser, e die beobachtete Volumensveränderung dieser Mischung, u das Volumen des Branntweins, und U das Volumen der Mischung, bezeichnet, so ist:

$$e = C - 3{,}35\,\frac{u}{U}.$$

Berechnet man durch diese Formel den Werth von e für die Mischungen, dessen specif. Gew. Thillaye bestimmt hat, erhält man die dritte Columne der folgenden Tabelle:

Wasser.	Branntw. in Volum.	e.
1	9	+0,11
2	8	+0,10
3	7	+0,09
4	6	+0,02
5	5	−0,04
6	4	−0,09
7	3	−0,14
8	2	−0,19
9	1	−0,10

Woraus folgt, dafs, wenn dieser Branntwein mit mehr als der Hälfte seines Volums Wasser gemischt wird, das Volum der Mischung gröfser als die Summe der Volumina des Branntweins und Wassers werden mufs, so wie es Thillaye beobachtet hat.

XI. *Ueber den Herderit, eine neue Mineralspecies, von Wilhelm Haidinger.*

(Aus *the phil. Mag. and Ann. of Phil. Vol. IV. p.* 1.)

1. Beschreibung.

Grundgestalt, eine ungleichschenklich vierseitige Pyramide, P = 141° 16′, 77° 20°, 116° 3′ (Fig. 1.) Verhältnifs der Axen a:b:c = 1:√2,55:√0,46.

Digitized by Google

Einfache Gestalten: $(\breve{P}-2)^4\,(o)=$; ; $149^\circ\,50'$; ; $(\frac{4}{3}\breve{P}-2)^3\,(n)=$; ; $134^\circ\,35'$; ; P (*p*); $(\breve{P}r+\infty)^5(t) = 115^\circ\,7'$; $(\breve{P}+\infty)^6\,(s)=42^\circ\,58'$; $\breve{P}r\,(M)=115^\circ\,53'$; $\ddot{P}r+\infty\,(r)$; $\bar{P}r+\infty\,(P)$ *).

Beobachtete Combinationen. 1) $\breve{P}r$. P. $(\breve{P}r+\infty)^5$. $\bar{P}r+\infty$. (Fig. 2.).

Fig. 1.

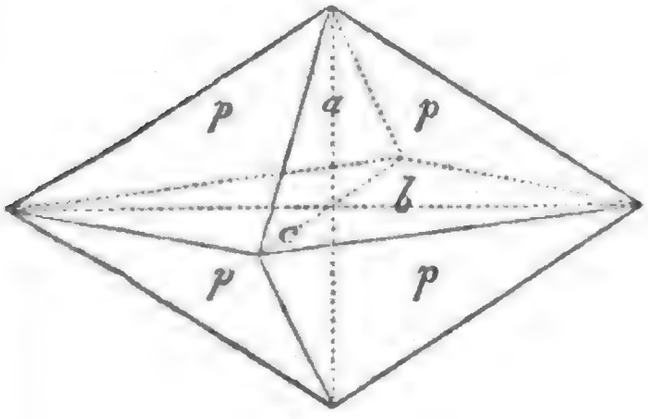
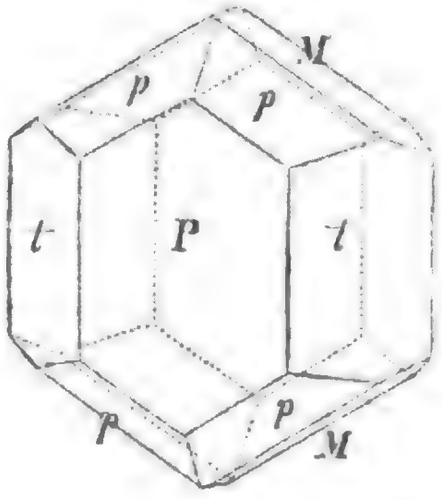


Fig. 2.



2) $\ddot{P}r$. $(\breve{P}-2)^4$. $(\frac{4}{3}\breve{P}-2)^3$. P. $(\ddot{P}r+\infty)^5$. $(\breve{P}+\infty)^6$. $\breve{P}r+\infty$. $\bar{P}r+\infty$.

Theilbarkeit deutlich, parallel den Flächen *M*, doch unterbrochen; auch senkrecht gegen die Axe, die letztere jedoch nur in einzelnen sehr hellen und ebenflächigen Stücken; schwache Anzeigen parallel *P*. Bruch klein muschlig.

Oberfläche: *M* sehr glatt, und zart gestreift parallel

*) Bedeuten, wie in Fig. 1., *a* die senkrechte Axe, *b* die grofse und *c* die kleine Diagonale des Grundoctaëders, so würden nach der Weiss'schen Methode die Zeichen der Flächen folgende seyn.

$M = a:b:\infty c$	$P = \infty a:\infty b:\ c$
$n = a:b:4c$	$r = \infty a:\ b:\infty c$
$o = a:b:3c$	$s = \infty a:\ b:\frac{7}{5}c$
$p = a:b:\ c$	$t = \infty a:\ b:\frac{3}{2}c$

Die Lage der Flächen *n*, *o*, *r*, *s*, die in der Figur 2. nicht angegeben sind, wird man sich hieraus leicht versinnlichen können.

P.

Digitized by Google

den Combinationskanten mit *P*, und in dieser Beziehung alle den zwischen ihr liegenden Flächen der Pyramiden *n*, *o*, *p* ähnlich.

Die Flächen *r* und *s* sind sehr schmal und etwas gekrümmt. Die mit *t* und *P* bezeichneten haben ein körniges Ansehen, sind aber doch sehr glatt, besonders die letztere.

Glasglanz, etwas in Harzglanz neigend. Farbe, mehrere Schattirungen von gelblichem und grünlichem Weifs. Strich, weifs. Sehr durchsichtig. Sehr spröde. Härte =5,0, der des Apatites gleich. Specif. Gewicht =2,985.

2. Bemerkungen.

Ich untersuchte die Charactere dieser Species im Sommer 1823, machte aber die Beschreibung nicht bekannt, weil ich hoffte fernere Beobachtungen an andern Varietäten derselben Species anstellen zu können, was sich aber nicht verwirklicht hat. Das einzige bis jetzt bekannte Exemplar vom Herderit befindet sich im Wernerschen Museum zu Freiberg. Es wurde mir von Hrn. von Weissenbach, damaligem Aufseher des Museums, gezeigt, als Krystalle enthaltend, deren Form nicht genau auf die des Apatits, unter welchem sie sich gefunden hatten, bezogen werden konnte. Die Verschiedenheit im Ansehen der Flächen *p* und *t*, von denen die erste glatt oder parallel ihren Intersectionen mit *P* nur schwach gestreift waren, während die letztere sich körnig ergab, zeigte, dafs die Gestalten nicht zum rhomboëdrischen, sondern zum prismatischen System gehörten; ich nahm keinen Anstand, das Mineral für ein neues zu erklären, und ersuchte, es mich näher untersuchen zu lassen, was mir auch bereitwillig gestattet wurde. Hr. Breithaupt, der damals gegenwärtig war und früher selbst das Exemplar im Wernerschen Cabinet aufgestellt hatte, erklärte gleichfalls die Species für neu.

Durch gütige Vermittlung des Hrn. Reich, jetzigen

Digitized by Google

Aufsehers des Museums, wurde ich, während meines Aufenthalts in Berlin im Winter 1825, von Hrn. Oberberghauptmann Baron von Herder, mit einigen Fragmenten des Exemplars Behufs einer Untersuchung versehen. Diesem zu Ehren habe ich den Namen Herderit für diese Species vorgeschlagen.

2) Der Herderit kommt in Flufsspath vor, in den Zinngruben von Ehrenfriedersdorf in Sachsen. Er sieht dem Apatit, mit dem er früher verwechselt worden ist, in einem hohen Grade ähnlich, besonders dem unter dem Namen Spargelstein bekannten, wie z. B. dem vom Zillerthal in Salzburg, so wie dem vom Hof in Gastein eben daselbst, welcher in Begleitung von Eisenglanz vorkommt, und noch mehr gewissen blofs grünlichweifsen Massen derselben Species, welche, obgleich in geringer Quantität, zusammen mit dem Zoïsit von der Saualpe in Kärnthen vorkommt. Die Aehnlichkeit mit dieser Species ist hinreichend, um den Herderit in das Mohs'sche Genus *Flufs-haloïd* zu stellen, worin er künftig unter dem Namen: *prismatisches Flufs-haloïd* aufgeführt werden mag.

XII. *Analyse des mit dem Namen Hisingerit belegten Eisensilicats; von W. Hisinger.*

Es sind bis jetzt zwei Eisensilicate untersucht worden, welche sowohl in den äufseren Kennzeichen, als auch in ihrer chemischen Zusammensetzung einander sehr nahe kommen.

Das erste, von *Riddarhyttan* in Westmanland, ist formlos und schwarz, und besitzt einen unebenen, unvollkommen muschligen, glänzenden Bruch. Die Bruchstücke unbestimmt kantig. Das feine Pulver braungelblich. Brüchig und nicht sonderlich schwer. Vor dem Löthrohre, in Kolben, giebt es Wasser. In der Zange

Digitized by Google

liefert es kaum Zeichen von Schmelzung durch Abrundung der Kanten, aber der Glanz verliert sich. Nach dem Glühen wird es vom Magnete angezogen.

1 Gramm. in kleinen Stücken, eine halbe Stunde lang gelinde geglüht, verloren 0,207 Grm. Farbe und Glanz veränderten sich wenig. 2,30 Grm. fein gepulvert, wurden in einem leicht bedeckten Gefäfse durch Salzsäure zersetzt. Die Lösung war rothbraun. Die zurückgebliebene Kieselerde wog 0,835 Gramm. Die Lösung wurde mit kohlensaurem Ammoniak gefällt und erwärmt, und der Niederschlag gewaschen und drei Viertelstunden geglüht. Er war äufserlich roth gefleckt, wurde aber meist vom Magneten angezogen und wog 1,022 Grm.

Das andere, von *Bodenmais*, von welchem mir durch Herrn Professor Weifs eine Probe gütigst mitgetheilt wurde, gleicht dem vorhergehenden ganz und gar, sowohl im äufsern Ansehen, als auch darin, dafs es wie jenes in Schwefelkies vorkommt. Das von Riddarhyttan kommt in rundlichen Stücken von der Gröfse eines Zolls und darüber vor.

Im Kolben giebt es viel Wasser, welches Lackmuspapier stark röthet und nach schwefliger Säure riecht. Auf der Kohle wird es schwarz, bräunlich, und schmilzt sehr schwer an den Kanten, die schlackig und schwarzglänzend werden. Darauf wird es vom Magneten angezogen.

Es konnten nur 1,10 Grm. zur Zerlegung mit Salzsäure angewandt werden, welche übrigens auf gleiche Weise wie zuvor angestellt wurde. Anfangs zeigte sich ein Geruch von Schwefelwasserstoffgas. Das zurückbleibende Kieselpulver wog nach dem Trocknen 0,37 Grm., stiefs aber beim Erhitzen über einer Weingeistlampe einen Geruch nach schwefliger Säure aus, und hinterliefs, nachdem alle Feuchtigkeit ausgetrieben worden war, 0,34 Grm. Kieselerde.

Die Lösung trübte salzsauren Baryt nicht im Ge-

Digitized by Google

ringsten. Es wurde ein wenig Salpetersäure hinzugesetzt und das Eisenoxyd mit kaustischem Ammoniak niedergeschlagen. Geglüht, war der Niederschlag roth; er wurde sehr unbedeutend vom Magneten angezogen, und wog 0,58 Grm. In Salzsäure gelöst, liefs er nur wenige unwägbare Flocken von Kieselerde zurück. Die übrige Flüssigkeit hielt nichts aufgelöst.

Durch einen besonderen Versuch den Wassergehalt zu finden, war nicht möglich, da der ganze Vorrath des Minerals zu der Analyse verbraucht worden. Er kann ungefähr gleich angenommen werden mit dem im Silicat von Riddarhyttan.

Wenn man die 0,03 Grm. fortgebrannten Schwefels als sicher von zufällig eingemengten Schwefelkies herrührend, von den angewandten 1,10 Grm. abzieht, so bleiben für das Silicat 1,07 Grm., welche enthalten:

Kieselsäure	0,34 Grm.,	oder in 100 Th.	31,775
Eisenoxyd reducirt auf Eisenoxydul-Oxyd	0,5336	- - -	49,869
Wasser, der Annahme nach	- - - - -		20
			101,644

Der gröfsere Eisengehalt in dem Fossil von Riddarhyttan mufs dem eingemengten Schwefelkies zugeschrieben werden. Dafs das Eisen hierin als Oxydul-Oxyd enthalten ist, geht daraus hervor, dafs wenn man es entweder als Oxydul oder als Oxyd berechnet, der Verlust oder der Ueberschufs unverhältnifsmäfsig grofs wird. Die Farbe des Fossils führt überdiefs auf dieselbe Annahme.

Wenn das Oxyd im Fossile von Riddarhyttan Oxydul-Oxyd ist, so wird das Resultat der Analyse desselben:

Kieselsäure	36,30	Sauerstoffgehalt	18,87
Eisenoxydul-Oxyd	44,39	- -	12,51
Wasser	20,70	- -	18,40
	101,39		

Digitized by

Da 44,39 Oxydul-Oxyd bestehen aus:

Oxyd	30,629	Sauerstoffgehalt	9,39
Oxydul	13,761	- -	3,13
	44,390		122,52

so kann man die Zusammensetzung durch die Formel: $fS^3 + 3FS + 4Aq$ ausdrücken, falls man nicht annehmen will, dafs ein Theil des Eisens sich als Hydrat, und das übrige als Silicat im Fossile befindet.

XIII. *Ueber den Couzeranit; von Herrn Dufrénoy.*

(Im Auszuge aus den *Ann. des Scienc. naturell. T. XIV. p.* 72.)

In seinem wichtigen Werke über die geognostische Beschaffenheit der Pyrenäen sagt Hr. v. Charpentier, dafs er in dem Uebergangskalkstein jener Gegenden oft ein Mineral gefunden habe, welches mit keinem bekannten übereinkomme. Er belegte es mit dem Namen Couzeranit, weil er es in dem, ehemals Couzeran genannten Theil der Kette angetroffen hatte, gab aber nur eine sehr oberflächliche Beschreibung von demselben. Als Hr. Dufrénoy vor zwei Jahren eine Reise in die Pyrenäen machte, fand er an den von Hrn. v. Charpentier angegebenen Orten in einem Kalkstein ähnliche Krystalle, die zwar in ihren Kennzeichen nicht völlig mit der Charpentier'schen Beschreibung übereinstimmten, aber dennoch Couzeranit zu seyn schienen. Zufolge seiner Untersuchung, deren Resultate in dem Nachfolgenden enthalten sind, macht der Couzeranit eine neue Species aus, die sich hinreichend von allen bekannten unterscheidet.

Die Grundgestalt dieser Substanz ist ein schiefes rhomboïdales Prisma, dessen Winkel in den Seitenflächen 84° und 96°, und in der Basis 92° und 93° be-

Digitized by Google

tragen *). Selten haben die Krystalle Endflächen, aber gewöhnlich ist die stumpfe Seitenkante des Prisma gerade abgestumpft. Die Abstumpfungsfläche macht mit den Seiten des Prisma's einen Winkel von 138°. Die Flächen spiegeln nur wenig, und daher sind die Winkelangaben nicht ganz genau.

Die Krystalle sind der Länge nach gestreift, und besitzen parallel der kürzern Diagonale einen blättrigen Bruch. Der Glanz, welcher Glas- und Harzglanz ist, giebt den Bruchstücken einige Aehnlichkeit mit dem Lievrit. Die Krystalle sind undurchsichtig, und gewöhnlich vollkommen schwarz, ganz wie der Augit. Wahrscheinlich rührt diese Farbe, wie bei dem umgebenden Kalkstein, von Kohle her; denn die Krystalle enthalten keine Substanz, von welcher man sonst die Farbe ableiten könnte, und überdiefs finden sich in einem weifsen, körnigen Kalkstein sehr hellgraue Krystalle, die ganz dem Couzeranit ähnlich sind. Auch trifft man einige Krystalle von dunkel indigblauer Farbe, die ebenfalls hieher zu gehören scheinen.

Der Couzeranit ritzt Glas, aber nicht den Quarz. Sein specifisches Gewicht ist =2,69. Vor dem Löthrohr schmilzt er zu einem weifsen Email, fast wie der Feldspath. Mit Phosphorsalz bekommt man eine milchige Kugel. Er wird von Säuren nicht angegriffen.

Der Couzeranit kommt in mehreren Thälern der Pyrenäen vor; besonders häufig ist er in dem von Seix, welcher sich zu Saint-Girons öffnet. Die schönsten Krystalle fand Hr. D. im obern Theile dieses Thales, bei Pont de la Taule und beim Passe Lherz.

Nach dem Mittel zweier Analysen, wobei Hr. D. das Alkali nach der Methode des Hrn. Berthier durch Zusammenschmelzen des Minerals mit Bleioxyd bestimmte, besteht der Couzeranit aus:

*) Das Verhältnifs zwischen den beiden Diagonalen ist nahe wie 9:10.

Digitized by Google

Kieselerde	0,5237	Sauerstoff:	0,2634 . .	28
Thonerde	0,2402	-	0,1122 . .	12
Kalk	0,1185	-	0,0333	4
Talkerde	0,0140	-	0,0054	
Kali	0,0552	-	0,0094 . .	1
Natron	0,0396	-	0,0103 . .	1
	0,9855			

Hienach hält Hr. D. es für wahrscheinlich, dafs dem Minerale die Formel *) zukomme:

$$\ddot{N}^3\ddot{S}^4 + \ddot{K}^3\ddot{S}^4 + \ddot{C}^{12}\ddot{S}^{24} + \ddot{A}^{24}\ddot{S}^{24}$$

Er betrachtet hiebei Kalk und Talkerde als isomorphe Basen, und hat daher deren Sauerstoffgehalt zusammengelegt; auch stellt er noch eine zweite Formel auf in der Annahme, dafs Kali und Natron isomorph seyen.

XIV. *Beobachtungen über die in krystallisirten Mineralien enthaltenen Flüssigkeiten; von Hrn. William Nicol.*

(*Edinburg new. philosoph. Journ. Vol. V. p.* 94.)

Als ich vor ungefähr zwei Jahren ein Bruchstück eines Schwerspathkrystalls, das in einer Höhlung eine Flüssigkeit und ein bewegliches Luftbläschen enthielt, poliren wollte, entstand dabei ein partieller Rifs von der Oberfläche in die Höhlung. Die Folge davon war, dafs die Luft sich augenblicklich ausdehnte, und zwar so lange, bis sie die Flüssigkeit gänzlich aus der Höhlung vertrieben hatte. Die Flüssigkeit bildete keine zusammenhängende Linie auf dem Rifs, sondern erschien als drei oder vier

*) Es ist zu bemerken, dafs in dieser Formel die älteren Atomengewichte von Berzelius gebraucht sind. *P.*

Digitized by Google

vier gesonderte Tröpfchen, von denen eins gröfser als die übrigen war. Nachdem ich sie einige Zeit betrachtet und keine Veränderung an ihnen wahrgenommen hatte, legte ich den Krystall bei Seite. Am andern Morgen fand sich aber, dafs jedes Tröpfchen zu einem festen Krystall geworden war, der die Grundgestalt des Schwerspaths, nämlich, ein gerades Prisma mit rhombischer Basis besafs. Die Verdampfung, wenn anders eine stattgefunden hatte, mufste sehr gering gewesen seyn; denn die Krystalle schienen fast eben so grofs als die Tröpfchen, aus welchen sie entstanden waren *).

Vor einiger Zeit fand ich in meinem Kabinett einen Schwerspathkrystall, welcher mehrere Höhlungen und in jeder derselben eine Flüssigkeit und ein bewegliches Luftbläschen enthielt. Bei mehreren dieser Höhlungen gelang es mir, mittelst der Expansivkraft der eingeschlossenen Luft, die Flüssigkeiten durch gemachte Risse auf die Oberfläche zu bringen. Immer drang die Flüssigkeit in einzelnen Tröpfchen heraus, von denen gewöhnlich eines gröfser als die übrigen war. Die Tröpfchen aus verschiedenen Höhlungen hatten jedoch ein verschiedenes Ansehen. Die aus einer z. B. waren fast halbkugelförmig und schienen eine beträchtliche Dichte zu besitzen, während die aus andern sich beträchtlich ausbreiteten, zum Beweise, dafs sie eine geringe Cohäsion unter sich und eine grofse Adhäsion zur Krystallfläche besafsen. Mehrere Minuten verflossen, bevor die hemisphärischen Tröpfchen der einen Höhlung zu krystallisiren anfingen. Die Krystallisation schritt langsam fort, und war erst nach 24 Stunden beendigt. Die dichten hemisphärischen Tröpfchen schienen sehr wenig durch Verdampfung zu verlieren; die dünnen, platten Tröpfchen aber litten anscheinend einen sehr beträchtlichen Verlust durch dieselbe.

*) Diese Beobachtung ist, nebst mehreren verwandten, den Lesern schon im Bd. 83. S. 511. am Schlusse der Abhandlungen des Dr. Brewster mitgetheilt worden. Ein Nachtrag zu diesen Abhandlungen findet sich überdiefs in Bd. 85. S. 510. *P.*

Digitized by Google

In dem zuerst genannten Falle entstand aus jedem Tröpfchen der Flüssigkeit nur ein Krystall; bei allen übrigen aber gab jedes Tröpfchen eine beträchtliche Anzahl von Krystallen, und immer lagen diese in einer Curve, dicht am und im Umkreis des Tröpfchens. Zuweilen waren die Krystalle zusammengewachsen, zuweilen dagegen mehr oder weniger lose; manchmal hatten sich auch in der Curve ein oder zwei lose Krystalle gebildet. Sämmtliche Krystalle hatten die Form eines geraden Prisma's mit rhombischer Basis.

Da nun der Schwerspath in seinen Höhlungen offenbar seine eigne Substanz in einem flüssigen Zustand enthält, so scheint der Schluſs erlaubt, daſs andere krystallisirte Mineralien ihre eigne Substanz in einem ähnlichen Zustand in ihren Höhlungen enthalten könnten. Dieſs habe ich kürzlich beim Flufsspath bestätigt gefunden. Vor ungefähr zwei Monaten gelang es mir nämlich in einem Flufsspathkrystall, der eine Höhlung mit einer Flüssigkeit und einem beweglichen Luftbläschen enthielt, einen schicklichen Riſs zu machen. Augenblicklich fing die Luft an sich auszudehnen, und dieſs dauerte so lange bis die Flüssigkeit gänzlich aus der Höhlung vertrieben war. Die Flüssigkeit setzte sich auf den Riſs in zwölf gesonderten Tröpfchen. Diese waren zähe und von hemisphärischer Gestalt. Eins derselben war gröſser, als alle übrigen zusammen genommen. Nach mehreren Stunden lieſs sich noch keine Krystallisation bemerken; aber am andern Morgen waren in dem gröſsten Tröpfchen innerhalb seines Randes mehrere cubische Krystalle in krumliniger Zusammenwachsung deutlich zu sehen. Die Krystalle nebst ein Paar kleinen aus der Höhlung mit herausgekommenen Luftbläschen waren vollkommen von der Flüssigkeit bedeckt. Die Krystalle nahmen täglich an Gröſse zu, während die Flüssigkeit eine verhältniſsmäſsige Verminderung erlitt; es verstrichen aber vierzehn Tage, ehe die Krystallisation beendigt war. Dann konnte auch ein geringer Grad von Feuchtigkeit auf der Oberfläche der

Digitized by Google

Krystalle, so wie in dem von ihnen eingeschlossenen Raum wahrgenommen werden; diese Feuchtigkeit ist noch vorhanden. Einige, sehr kleine Tröpfchen blieben auch dann noch im flüssigen Zustande. Als die Krystalle eine solche Gröfse erreicht hatten, dafs sie der Oberfläche der Flüssigkeit nahe kamen, stiegen bei einigen die Kanten der oberen Flächen zu ihr hinaus, und bildeten nun umgekehrte, vierseitige Pyramiden, eine Form, die oft das Kochsalz annimmt, wenn es langsam krystallisirt.

Die Elasticität der Luftbläschen in den Höhlungen aller von mir untersuchten Krystalle ist offenbar grofs, denn sobald der Rifs gebildet war, dehnte sich das Bläschen, wie klein es auch zuvor gewesen war, in einem solchen Grade aus, dafs sie die Flüssigkeit gänzlich austrieb. Bei dem zuvor erwähnten Flufsspath dehnte sich die Luft zu einem Volumen aus, das gröfser war als die Höhlung, denn ein Theil derselben entwich sogar mit den letzten Portionen der Flüssigkeit. Und in der That habe ich oftmals die Elasticität der Luft in einigen Höhlungen des Schwerspaths so grofs gefunden, dafs, wenn ich rasch eine directe Oeffnung machte, die sämmtliche Flüssigkeit augenblicklich fortgeblasen wurde, so dafs keine Spur von ihr zurückblieb.

Aufserdem habe ich bei mehreren Mineralien eine sonderbare Eigenschaft an jenen Luftbläschen bemerkt. Wenn diese Bläschen beweglich waren, nahmen sie nämlich immer den oberen Theil der Höhlungen ein. Wenn man aber das Ende eines erhitzten Drahts mit der äufsern Fläche des Krystalls dicht unter dem Boden der Höhlung in Berührung brachte, so sank das Bläschen in derselben unter, und zwar mit einer rasch beschleunigten Bewegung. Bei Entfernung des Drahts stieg das Bläschen sogleich wieder in seine frühere Lage, aber mit einer gleichförmigen Bewegung *).

*) Es würde gewifs zu voreilig seyn, die Richtigkeit der Beobachtungen des Hrn. Nicol bestreiten zu wollen, weil sie mit unsern

Digitized by

XV. *Höhenbestimmungen in der peruanischen Andeskette.*

Wenn gleich im Allgemeinen die Höhen der Berggipfel für die geognostische und physicalische Kenntnifs eines Landes, oder gar der Erdoberfläche, von geringerer Wichtigkeit sind, als die Gröfse, Gestalt und Erhe-

bisherigen Erfahrungen nicht wohl vereinbar sind; allein wünschenswerth wäre es doch, dafs es derselbe nicht versäumte, bei nächster Gelegenheit die angeblichen Schwerspath- oder Flufsspathkrystalle, und die Flüssigkeiten, aus denen sie sich absetzten, so weit es nur irgend die Menge erlaubt einer chemischen Untersuchung zu unterwerfen. Nur dadurch können die Beobachtungen erst ihre Bestätigung und möglicherweise ihre Erklärung finden.

Gleiche Wünsche müssen sich auch nothwendig bei den schon im Bd. 85. S. 514. erwähnten Beobachtungen des Hrn. Ripetti aufdringen, die auf eine eben so schwer zu erklärende Bildung von Bergkrystallen hinzudeuten scheinen. Durch einen Aufsatz in den *Ann. de chim. et de phys. T.* 37. *p.* 86. haben wir seitdem diese Beobachtungen ausführlicher kennen gelernt. Wir erfahren daraus, dafs die Bergkrystalle, welche in gewissen Abarten des carrarischen Marmors, besonders in den am Fufse des Monte Sacro gelegenen Grotten Colombara, della Paiastra und aus der Fossa dell' Angelo gebrochenen, angetroffen werden, sich gewöhnlich in Höhlungen finden, die ein säuerliches Wasser enthalten, mit welchem die Arbeiter daselbst häufig ihren Durst löschen. Auch wird daselbst wiederholt, dafs man im J. 1819 bei Eröffnung einer Höhlung, die anderthalb Pfund einer solchen Flüssigkeit enthielt, eine durchsichtige Gallerte von Kieselerd ein Faustgröfse gefunden habe, welche, wie es scheint, eine krystallähnliche Begränzung hatte, und an der Luft bald zu einer chalcedonartigen undurchsichtigen Masse erhärtete. Woraus aber die Flüssigkeit bestand, ist nicht untersucht worden. Eine ähnliche gallertartige Masse, welche Hr. Ripetti in den Spalten eines glimmerhaltigen Mergels entdeckte, fand derselbe nach einer mit Hrn. Taddei zu Florenz gemeinschaftlich angestellten Analyse aus 5 Th. Kieselerde und 1 Th. Kalk zusammengesetzt.

Digitized by Google

bung der Gebirgskämme und Hochflächen; so haben sie doch für die Physiognomie der Gebirge, für unsere Vorstellungen über die Kräfte, welche solche Massen emportrieben, und selbst für mehrere Fragen in der Meteorologie, Bedeutung genug, um mehr als ein Gegenstand der blofsen Neugierde zu erscheinen. Aus diesen Gründen glauben wir auch den Lesern einige Messungen nicht vorenthalten zu dürfen, welche neuerlich Hr. Pentland über die Höhe der Andeskette in Peru angestellt hat, und welche schon in sofern von Interesse sind, als sie uns lehren, dafs die Berggipfel der neuen Welt keinesweges so sehr gegen die der alten zurückstehen, wie seit den letzten Decennien allgemein geglaubt wird.

Bekanntlich hat sich aus den Messungen des Capitains Hodgson und des Lieutenants Herbert ergeben, dafs das Himalaya-Gebirge, sowohl in seinem Kamme als in einzelnen seiner Gipfel, zu weit gröfseren Höhen emporsteigt, als die gigantische Andeskette von Quito. Denn sind auch in diese Bestimmungen, wie Hr. von Humboldt noch vor Kurzem ausführlich erörtert hat *), manche Unsicherheiten eingeschlossen, so geht aus ihnen doch so viel mit Gewifsheit hervor, dafs zwei der hindostanischen Colosse, der *Dhawalagiri* und der *Jawahir*, den *Chimborazo* bei weitem übertreffen, und mehrere ihm gleich kommen.

Ob die Andeskette in ihrer ungeheuren Erstrekkung irgendwo noch Gipfel berge, welche ihr den ehemals ertheilten Rang des höchsten Gebirges wiedergeben, oder sie wenigstens dem Himalaya näher bringen würden, wufste man mit Bestimmtheit nicht. Die Angabe, von Molina, dafs der *Descabesado* in Chili dem Chimborazo an Höhe nicht nachstehe, beruht auf einer blofsen Vermuthung, und seit jener Zeit ist, von 8° südlicher Breite bis zur magellanischen Meerenge, in der ganzen Andeskette die Höhe keines einzigen Nevado über dem

*) *Annal. des Sciences naturelles, T. IV. p.* 225.

Digitized by Google

Meere gemessen worden, weder auf rein geometrischem, noch auf geo-barometrischem Wege *).

Um so dankenswerther ist also das Unternehmen des Hrn. Pentland, zumal die von demselben bereiste Gegend, das Hochthal des Tilicaca-Sees, in mehrfacher Hinsicht zu einer der interessantesten in der südlichen Andeskette gezählt werden mufs.

Es verdient nämlich wohl vorangeschickt zu werden, dafs unter den hohen Längenthälern, welche die Andes in Bezug auf ihre tief eingeschnittenen Querthäler vorzugsweise characterisiren, das Becken des Sees von *Titicaca* nicht blofs das höchste ist, wie wir jetzt durch Hrn. Pentland mit Bestimmtheit erfahren, sondern auch das gröfste. Nach Hrn. v. Humboldt besitzt es einen Flächenraum von 3500 Quadratlieues, und ist also drei Mal gröfser als die Schweiz, während die beiden nächstfolgenden Becken, nämlich das des oberen *Maragnon* und das des *Rio Jauja*, respective nur 2400 und 1300 Quadratlieues messen **). Es ist von allen auch das einzige, welches ganz geschlossen ist, und welches die in Südamerica fast gänzlich fehlende Erscheinung eines grofsen Reservoirs von süfsem Wasser darbietet. Der See von Titicaca, welchen es einschliefst, und welcher nur in der Verdunstung einen Abflufs findet, bedeckt eine Fläche von 448 Quadratlieues, und ist also 20 Mal gröfser als der Genfer See. Auch zeichnet sich dieses Plateau noch dadurch aus, dafs der Gebirgsknoten von Cusco, der zu seiner Bildung Anlafs giebt, nicht blofs unter den neun Verzweigungspunkten, welche man von den Andes in Südamerica kennt, der ausgedehnteste ist, sondern auch den vorwaltendsten Einflufs auf die Richtung der Hauptkette ausübt. Die Cordilleren, welche

*) *v. Humboldt, Voyage aux régions équinox.* 8. *T. X. p.* 35.

**) Diese und die nachfolgenden Data sind sämmtlich aus dem 10. Theil von Hrn. v. Humboldt's *Voyage aux régions équinox.* entlehnt.

Digitized by Google

nämlich von der magellanischen Strafse herauf, mit einer nur geringen Abweichung nach Ost dem Meridiane gefolgt sind, nehmen hier unter der Parallele des Hafens von *Arica* (18° 28′ 35″ S. Br.) plötzlich eine Richtung nach Nordwesten an, und biegen erst nach einem Laufe von mehr als 242000 Toisen wieder nach Norden um. Die Küste von Chili, welche hier überall der Andeskette parallel läuft, bekommt dadurch jene dem Golf von Guinea ähnliche Einbiegung, welche die allgemeine Aehnlichkeit zwischen Südamerica und Africa vollenden hilft.

Die interessanten Entdeckungen des Hrn. Pentland sind, ohne Wissen und Willen desselben, schon vor mehreren Monaten durch Hrn. Coquebert de Montbret in den *Annal. des Sciences naturelles, T. XIII. p.* 420., bekannt gemacht, und von dem Hrn. Brué mit einigen Bemerkungen begleitet worden. Um sich gegen die darin erhobenen Zweifel an der Richtigkeit seiner Messungen zu rechtfertigen, und um einige Zahlen in jener Bekanntmachung zu berichtigen, hat Hr. Pentland einen kurzen Bericht von seiner Arbeit, in Form eines Schreibens an Hrn. de Montbret, in das mit den *Ann. of philosoph.* combinirte *philosoph. Magaz. etc. T. IV. p.* 115. einrücken lassen, und aus dieser Quelle ist das Folgende ausgehoben.

Zwischen dem 14. und 17. Grad südlicher Breite ist die grofse Andeskette in zwei parallele Rücken, oder, wie die Creolen in Peru sagen, Cordilleras getheilt. Zwischen diesen beiden Cordilleras liegt ein sehr ausgedehntes Hochgebirgsthal, dessen Erhebung im Mittel 12600 engl. Fufs (1970 Toisen) beträgt. Durch den südlichen Theil fliefst der *Desaguadero,* während den nördlichen der berühmte See von *Titicaca* einnimmt, an dessen Ufern und auf dessen Inseln die Civilisation der Peruaner und das Reich der Incas ihren Ursprung nahmen.

Digitized by

Durch die westliche Kette, oder die sogenannte Küsten-Cordillera ist dieses Hochthal, das Thibet der neuen Welt, von den Küsten des stillen Meeres geschieden; mancher ihrer Pics erreicht eine Höhe von mehr als 20000 engl. Fufs, und mehrere unter ihnen sind thätige Vulcane. Die östliche Cordillera dagegen besteht hauptsächlich aus Uebergangs- und Flötzgebirgsarten (Grauwackenschiefer und jüngerem rothem Sandstein (*new-red-sandstone*)); sie trennt jenes Thal von den ausgedehnten Ebenen von *Chiquitos* und *Moxos*, so wie die Zuflüsse der Ströme Beni, Marmoré und Paraguay von den Gewässern, die sich in den Titicaca-See und den Desaguadero ergiefsen.

Die östliche Cordillera der peruanischen Andes gehört noch zur Republik Bolivia, und bildet, zwischen dem 14. und 17. Grad südlicher Breite, eine fast zusammenhängende Kette von schneebedeckten Bergen, deren mittlere Höhe 19000 engl. Fufs übersteigt. Hier ist es, wo sich die höchsten aller bisher in der ganzen Andeskette gemessenen Berge erheben. Die Nevados von *Illimani* und *Sorata* übertreffen an Höhe den Chimborazo, Cayambé und Antisana, jene Giganten der columbischen Andes, und nähern sich sehr den höchsten Gipfeln des Himalaya-Gebirges.

Der *Illimani* liegt in der bolivischen Provinz La Paz, zwanzig Leagues ost-süd-östlich von der Stadt gleiches Namens. Wie der Chimborazo bildet er den südlichsten Punkt der Schneekette, zu welcher er gehört; und nach meinen, zu La Paz und im Dorfe Jotoral an seinem nördlichen Abhange gemachten, astronomischen Beobachtungen liegt er zwischen 16° 35′ und 16° 40′ südlicher Breite, und zwischen dem 67. und 68. Grad westlicher Länge von Greenwich. Er bildet oben einen hohen Rücken, auf welchem sich vier Pics erheben, die von Norden nach Süden in einer Linie, der Axe der Kette parallel liegen. Die nördlichste Spitze erreicht nach

Digitized by Google

meinen Messungen eine Höhe von 24200 engl. Fufs (3785 Toisen) über dem Meere, oder von 12000 Fufs über der Stadt La Paz *); der südlichste Pic scheint sogar noch höher zu seyn; allein es war von meinem Standpunkte aus unmöglich zu bestimmen, um wie viel.

Dieser erstaunliche Berg besteht aus Grauwacken- und Uebergangsschiefer, mit häufigen Zwischenlagerungen von Quarzfels und Kieselschiefer, welche in ihrer Structur und in ihren geognostischen Beziehungen ganz denen in den Thälern von der Maurienne und Tarentaise in den savoyischen Alpen gleichen. Diese schiefrigen Gebirgsarten sind von mächtigen Massen von Porphyr, Syenit, und wahrem Granit, in Form von Gängen und Lagern, begleitet. Der Uebergangsschiefer ist von einer Menge Quarzgängen durchsetzt, welche geringe Portionen von Gold und goldhaltigen Schwefelkiesen enthalten. Viele dieser Gänge wurden schon in sehr früher Zeit, lange vor dem Einfalle der Europäer, von den alten Peruanern in einer Höhe von 16000 engl. Fufs über dem Meere bebaut.

Der östliche Punkt der Südseeküste, welcher sich in gleicher Parallele mit dem Illimani befindet, liegt, nach einem Mittel aus den Beobachtungen vom Capitain Basil. Hall und von Alessandro Malaspina, zwischen der Strafse von Quilca (16° 42′ S. Br.) und dem Vorgebirge oder Morio von *Arequipa* (16° 30′ S. Br.), und zwischen 72° 40′ und 73° 20′ westl. Länge von Greenwich. Der Illimani ist also 5°,5 Längengrade oder 310 Seemeilen von dem nächsten Punkt der peruanischen Küste entfernt; und daraus allein folgt schon, dafs weder er noch irgend ein anderer Berg der östlichen Cordillera von der Küste aus wahrzunehmen sey, selbst wenn der Zwischenraum völlig horizontal wäre, und nicht von der hohen westlichen Cordillera durchschnitten würde, von denen einige

*) Diese Stadt liegt nach Hrn. P. unter 16° 29′ 30″ S. Br., und 12197 engl. Fufs über dem Meere.

Digitized by

Gipfel, wie z. B. der trächytische Dom beim Thale *Chuquibamba*, nord-nord-westlich von *Arequipa*, sich zu einer Höhe von mehr als 22000 engl. Fufs erheben *).

In der nördlichen Verlängerung der östlichen Cordillera, und nahe in der Mitte des zuvor erwähnten Schneegebirges, steigt, unter 15° 30′ S. Br., der *Nevado* von *Sorata* empor, umgeben von einer Gruppe schneebedeckter Gipfel, von denen einige eine Höhe von 23000 engl. Fufs erreichen. Der *Nevado* von *Sorata* liegt östlich von dem grofsen indianischen Dorfe gleiches Namens, und erhebt sich 25200 engl. Fufs (3941 Toisen) über das Meer, oder 12450 engl. Fufs über den Titicaca-See. Diese Bestimmung gründet sich theils auf eine, an den Ufern des Sees unternommene trigonometrische Messung, theils auf eine in geringerem Abstande gemachte Messung der Höhe desjenigen Theils vom Berge, welche über der untern Gränze des ewigen Schnees liegt. Diese Gränze kommt, zwischen 15° und 17° S. Br. in den bolivischen Andes selten tiefer als bis zu einer Meereshöhe von 17100 engl. F. (16040 Par. F.) **) herab.

Die grofse Masse der östlichen Cordillera, welche im Norden der Parallele von 17° S. liegt, besteht gleichfalls aus den zuvor erwähnten Uebergangs-Gebirgsarten; die syenitischen oder krystallinischen Gesteine kommen dagegen in ihrer nördlichen Fortsetzung häufiger vor. Die Schiefer-Berge sind auch hier voll von goldhaltigen Gängen, und aus den tiefen Thälern, von denen sie durchschnitten sind, kommen die vielen goldführenden Bäche herab, welche den Alluvionen der Uferdistricte des Tipuacio, in der Provinz Larecaja, den höchsten Anspruch auf den Namen des *El Dorado* der neuen Welt ertheilen.

*) Hr. Pentland bezieht sich hier auf die von Hrn. Bruë gemachten Einwürfe, als könnten die Berge nicht die angegebene Höhe haben, weil sie sonst von der Küste aus schon längst gesehen seyn müfsten.

**) Unter dem Aequator beträgt die gröfste Höhe der Schneegränze nur 14960 Par. Fufs. *P.*

Digitized by Google

Wir können diesen Aufsatz nicht beschliefsen, ohne noch aus der gehaltreichen und, wie es scheint, in Deutschland wenig bekannt gewordenen Abhandlung des Hrn. v. Humboldt, deren wir schon zu Anfange erwähnten, einige Betrachtungen hervorzuheben, welche jetzt durch die Entdeckungen des Hrn. Pentland ein erneutes Interesse bekommen haben. Wir meinen damit die Vergleiche zwischen der Höhe der Gebirgskämme und der Berggipfel, welche so sehr dazu geeignet sind, einen klaren Begriff von den Hauptverhältnissen zwischen den gröfseren Gebirgen unserer Erde zu geben. Die mittlere Höhe der Gebirskämme ist zwar eine abstracte Gröfse, die selbst, wenn man keine zusammenhängenden Ketten, sondern nur einzelne Berggruppen betrachtet, etwas Schwankendes zu haben scheint. Wenn man indefs die Gebirgspässe, welche gewissermafsen nur locale Ausschnitte der Kämme darstellen, als ein Minimum, und die Schneegränze als ein Maximum der Höhe des Kammes ansieht, so bekommt man für dieselbe einen mittleren Werth, welcher im Verhältnifs zur Höhe der Gipfel eben so characteristisch für die Physiognomie der Gebirge, als bedeutungsvoll für die Kräfte ist, durch welche dieselben hervorgehoben wurden. Schon Ramond hat die Bemerkung gemacht, dafs der Kamm der Pyrenäen keinesweges gegen den der Alpen zurücksteht, vielmehr ihn noch um etwas übertrifft, und dafs das, was dem letztern Gebirge den Vorsprung ertheilt, in der grofsen Erhebung vieler seiner Gipfel beruht. So bestimmt nun aber auch der Character einzelner Bergketten durch dieses Verhältnifs ausgesprochen wird, so hat sich dennoch aus einer ausführlicheren Untersuchung des Hrn. v. Humboldt ergeben, dafs dasselbe im Allgemeinen in ziemlich enge Gränzen eingeschlossen ist. Nach den bisherigen Beobachtungen lassen sich nämlich folgende Werthe festsetzen.

Digitized by

	Mittlere Höhe der Pässe. Toisen.	Mittlere Höhe des Kamms. Toisen.	Höchster Gipfel. Toisen.	Verhältnifs zwischen Kamm und Gipfel.
Pyrenäen . .	1217	1250	1787	1:1,4
Alpen . . .	1178	1200	2462	1:2
Andes . . .	1819	1850	3941	1:2,1
Venezuela-Kette		750	1350	1:1,8
Alleghanis . .		560	1040	1:1,8
Caucasus . .		1330	2783	1:2
Himalaya . .	2432	2432	4390?	1:1,8

Um diese Verhältnisse mit einem Blicke übersehen zu können, ist auf Taf. VI., mit geringen Abänderungen, die Skizze kopirt, welche Hr. v. Humboldt seiner Abhandlung im vierten Bande der *Annales des Sciences naturelles* beigefügt hat; auch hielten wir es für gut die neueren Messungen des Hrn. Pentland darauf einzutragen, obgleich sie, bis auf die Höhe des *Nevado von Sorata* in keinem unmittelbaren Zusammenhange mit den gegenwärtigen Betrachtungen stehen. Uebrigens ist die Bemerkung des Hrn. v. Humboldt nicht zu übersehen, dafs jene Verhältnisse nur für das jetzige Niveau des Weltmeers gelten; dafs sie kleiner oder gröfser werden, je nachdem man die Höhen von einer tiefer oder höher liegenden Basis aus messen würde.

XVI. *Ueber den Tabasheer.*

(Aus den in den *Ann. de chim. et de phys. T. XXXVII. p.* 315., mitgetheilten Auszuge aus den Aufsätzen des Dr. Brewster und des Dr. Turner im *Edinb. Journ. of Science, No. XVI. p.* 285. *et p.* 335.)

Der Tabasheer ist bekanntlich eine krystallinische Kieselconcretion, die sich in den Knoten einiger Bambusröhre findet. Nach einer neueren Untersuchung des

Digitized by Google

Dr. Brewster *), der eine grofse Menge verschiedenartiger Proben dieser sonderbaren Substanz aus Ostindien zugeschickt bekam, lassen sich vier Arten von derselben unterscheiden.

Die schönste, welche zugleich die seltenste ist, zeigt im Reflexe eine schöne azurblaue Farbe, und beim Hindurchsehen eine schwach gelbe; sie hat ein so zartes Gefüge, dafs sie sich zwischen den Fingern leicht zerreiben läfst. Die zweite reflectirt eine gelbliche Farbe, ungefähr wie das molybdänsaure Bleioxyd, und läfst ein röthlichgelbes Licht hindurch. Die dritte ist fast weifs, und nur an den Rändern durchsichtig. Die vierte endlich ist ganz undurchsichtig, und sieht wie Kreide aus. Einige Stücke fand Hr. Dr. Brewster auch mit einem glänzenden Email überzogen, das ganz den Glanz des reinsten Quarzes besafs.

Wenn man irgend eine dieser Arten von Tabasheer in Wasser taucht, so findet, in Folge der Entweichung der in den Poren eingeschlossenen Luft, ein Aufbrausen statt. Nachdem diese Luftentwicklung aufgehört hat, ist, bei den drei ersten Varietäten, die Durchscheinenheit oder Durchsichtigkeit beträchtlich erhöht. Nur die vierte bleibt nach wie vor der Eintauchung in Wasser undurch-

*) Hr. Dr. Brewster hat nämlich schon früher die physicalischen Eigenschaften des Tabasheers untersucht. Der ausführliche Aufsatz darüber findet sich in den *Philosoph. Transact.* für 1819 *II. p.* 1., und ein Auszug daraus in dem *Edinb. philosoph. Journ. T. I. p.* 147. Der Tabasheer ist im Oriente seit langer Zeit bekannt, und ist in der Materia medica der Araber und Hindus eine wichtige Arzeneiwaare. Gewöhnlich findet man ihn als eine harte Concretion, zuweilen hat er aber die Consistenz des Honigs, nnd manchmal bildet er sogar eine Milch. Selbst der Name Tabasheer deutet auf diesen letzteren Umstand, da derselbe von dem persischen *Scher* oder dem Sanskrit-Worte *Kschiram*, welches Milch bedeutet, herstammen soll. Uebrigens führt der Tabasheer in den verschiedenen Theilen Indiens sehr verschiedene Benennungen, und selbst die einzelnen Sorten werden den Nachrichten des Dr. Wilson zufolge mit besonderen Namen belegt.

Digitized by Google

sichtig; dagegen wird sie so durchsichtig wie Glas, wenn sie gewisse fette Oele absorbirt, was indefs sehr langsam vor sich geht.

Nach Hrn. Dr. Turners Versuchen verhält sich das Gewicht des Wassers, welches der Tabasheer absorbirt, zu dem Gewichte des letzteren, bei der kalkigen Varietät wie 1:2, bei der durchscheinenden wie 1:2,32, und bei der durchsichtigen wie 1:2,24.

Zufolge der Versuche desselben Chemikers beträgt das specifische Gewicht, nachdem er die Luft durch fortgesetztes Sieden völlig ausgetrieben hatte, und das Wasser auf die Temperatur +13°3, C. gekommen war:

beim kalkigen Tabasheer	2,189
- durchscheinenden -	2,167
- durchsichtigen -	2,160

Eine der merkwürdigsten Eigenschaften des Tabasheer ist sein geringes Licht-Brechungsvermögen, Hr. Dr. Brewster hat gefunden, dafs, für den Uebergang des Lichts aus der Luft in die Substanz, das Verhältnifs des Sinus der Incidenz zu dem der Refraction, bei gewissen Stücken =1,111 ist, dafs es aber bei andern bis zu 1,1825 geht. Beim Wasser ist bekanntlich diefs Verhältnifs =1,336 *).

Die früher vom Dr. Russel aus Ostindien mitgebrachten Tabasheersorten, bestehen nach den Versuchen des Hrn. Macie aus reiner Kieselerde; während die von Hrn. von Humboldt in America gesammelten Proben, nach den Versuchen der HH. Fourcroy und Vauquelin, nur 70 Procent Kieselerde enthalten, und in den übrigen 30 Procent, aus Kali, Kalk, Wasser und einer vegetabilischen Substanz bestehen **).

*) Nach den früheren Untersuchungen des Dr. Brewster war der Refractions-Index bei einem gelblichen Tabasheer von Hyderabad =1,1115, und bei mehreren blauen Sorten von Nagpoor respective =1,1454; 1,1503; 1,535; 1,825. Die härteren von diesen Sorten besafsen das gröfsere Brechungsvermögen.

**) Die angeführten Untersuchungen finden sich in den *Philosoph. Trans.* für 1790, p. 273. und für 1791, p. 368. in v. Hum-

Digitized by Google

Hr. Dr. Turner hat mehrere, von Hrn. Dr. Brewster erhaltene, Sorten von Tabasheer der chemischen Analyse unterworfen. Nach ihm verliert, bei einer Temperatur von +100° C. der kalkige Tabasheer 0,838 Procent, der durchscheinende 1,62 Procent, und der durchsichtige 2,411 Procent. Der Atmosphäre ausgesetzt, absorbiren diese Stücke wiederum Luft und Wasser, wodurch sie auf ihr früheres Gewicht zurückkommen. In der Rothglühhitze verloren dieselben Tabasheersorten respective: 1,277, 3,84 und 4,52 Procent. Es entwickelte sich dabei ein wenig Rauch, und man spürte einen schwachen empyreumatischen Geruch; beide Erscheinungen sind eine Folge der Zerstörung einer sehr geringen Menge von vegetabilischer Substanz.

Wasser nimmt durch Kochen mit gepülvertem Tabasheer nichts auf, es sey denn eine sehr geringe Spur von vegetabilischer Substanz. Wenn man ihn mit mäfsig verdünnter Salzsäure digerirt, und die Lösung eindampft, so bekommt man einen Rückstand, der an der Luft zerfliefst und salzsaurer Kalk ist. Der kalkige Tabasheer verliert hiedurch 0,4 Procent, und der durchscheinende 0,3 Procent; der durchsichtige aber erleidet keinen wahrnehmbaren Verlust.

Der bis zum Rothglühen erhitzte Tabasheer löst sich leicht in einer Lösung von kaustischem Kali auf. Die Lösung ist durchsichtig. Sättigt man sie mit Salzsäure, und dampft sie, um die Kieselerde unlöslich zu machen, zur Trockne ein, so erhält man von dieser Erde genau so viel, als Tabasheer angewandt worden ist. Die filtrirte Lösung enthält, aufser salzsaurem Kali, nur die sehr geringe Menge Kalk, deren vorher schon erwähnt ist.

Um einem etwaigen Gehalt von Alkali aufzufinden, mischte Hr. Dr. Turner eine Portion gepülverten Tabasheer mit fünf Mal so viel kohlensaurem Baryt, und setzte diefs Gemenge anderthalb Stunden lang der Roth-

boldt *Relation historique. Vol. I., Introduct. p. XIII.*, und in den *Mémoir. de l'institut. T. VI. p.* 382. *P.*

Digitized by Google

glühhitze aus, darauf wurde das Ganze in Salzsäure gelöst, und nachdem die Kieselerde nebst dem Baryt auf gewöhnliche Weise gefällt worden, die Lösung zur Trockne verdunstet und der Rückstand geglüht; allein es war keine Spur von Alkali zu entdecken.

Es scheint also, sagt Hr. Dr. Turner, dafs der ostindische Tabasheer, aufser einer sehr geringen Menge von Kalk und vegetabilischer Substanz, nur aus Kieselerde besteht.

Ohne Zweifel wird man fragen, auf welche Art sich durch den Act der Vegetation reine Kieselerde absondern könne. Hierüber finde ich aber keine bestimmte Angabe in den beiden Abhandlungen, aus denen ich das Obige ausgezogen habe. Hr. Dr. Turner sagt nur, dafs die Kieselerde durch den Saft der Pflanze aufgenommen seyn müsse, und dafs, nach der beträchtlichen Menge, welche sich von derselben in der Epidermis des Bambusrohrs finde, die Annahme natürlich scheine, sie sey ein wesentlicher und nicht ein zufälliger Bestandtheil von den Säften der Pflanze. Wäre sie, wie im americanischen Tabasheer, beständig mit Kali verbunden, so könnte man glauben, dafs sie durch Vermittelung dieses in Wasser gelöst worden sey im Moment wo die Wurzeln das letztere aus dem Boden aufsaugen; allein, da man sie ganz rein antrifft, und da, wie Hr. Berzelius gezeigt hat, die Kieselerde im Moment ihrer Bildung in ziemlich beträchtlicher Menge in Wasser löslich ist, so darf man vielleicht annehmen, dafs die Theilchen dieser Erde es ebenfalls sind, wenn sie aus ihren früheren Verbindungen abgeschieden werden. Zur vollständigen Lösung dieser Fragen müfste man den Boden, in welchem die Bambusrohre wachsen, und die Säfte, welche in den Capillargefäfsen dieser Pflanzen circuliren, einer chemischen Zerlegung unterwerfen.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

Digitized by Google

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17
Fig. 18
Fig. 19
Fig. 20
Fig. 21
Fig. 22
Fig. 23
Fig. 24
Fig. 25
Fig. 26
Fig. 27
Fig. 28
Fig. 29
Fig. 30
Fig. 31
Fig. 32
Fig. 33
Fig. 34
Fig. 35
Fig. 36
Fig. 37
Fig. 38
Fig. 39
Fig. 40
Fig. 41
Fig. 42
Fig. 43
Fig. 44
Fig. 45
Fig. 46
Fig. 47
Fig. 48
Fig. 49
Fig. 50
Fig. 51
Fig. 52
Fig. 53
Fig. 54
Fig. 55
Fig. 56
Fig. 57
Fig. 58
Fig. 59
Fig. 60
Fig. 61
Fig. 62
Fig. 63
Fig. 64
Fig. 65
Fig. 66
Fig. 67
Fig. 68
Fig. 69
Fig. 70
Fig. 71
Fig. 72
Fig. 73
Fig. 74
Fig. 75
Fig. 76
Fig. 77
Fig. 78
Fig. 79
Fig. 80
Fig. 81
Fig. 82
Fig. 83
Fig. 84
Fig. 85
Fig. 86
Fig. 87
Fig. 88
Fig. 89
Fig. 90
Fig. 91
Fig. 92
Fig. 93
Fig. 94
Fig. 95
Fig. 96
Fig. 97
Fig. 98
Fig. 99
Fig. 100
Fig. 101
Fig. 102
Fig. 103
Fig. 104
Fig. 105
Fig. 106
Fig. 107
Fig. 108
Fig. 109
Fig. 110
Fig. 111
Fig. 112
Fig. 113
Fig. 114
Fig. 115
Fig. 116
Fig. 117
Fig. 118
Fig. 119
Fig. 120
Fig. 121
Fig. 122
Fig. 123
Fig. 124
Fig. 125
Fig. 126
Fig. 127
Fig. 128
Fig. 129
Fig. 130
Fig. 131
Fig. 132
Fig. 133
Fig. 134
Fig. 135
Fig. 136
Fig. 137
Fig. 138
Fig. 139
Fig. 140
Fig. 141
Fig. 142
Fig. 143
Fig. 144
Fig. 145
Fig. 146
Fig. 147
Fig. 148
Fig. 149
Fig. 150
Fig. 151
Fig. 152
Fig. 153
Fig. 154
Fig. 155
Fig. 156
Fig. 157
Fig. 158
Fig. 159
Fig. 160
Fig. 161
Fig. 162
Fig. 163
Fig. 164
Fig. 165
Fig. 166
Fig. 167
Fig. 168
Fig. 169
Fig. 170
Fig. 171
Fig. 172
Fig. 173
Fig. 174
Fig. 175
Fig. 176
Fig. 177
Fig. 178
Fig. 179
Fig. 180
Fig. 181
Fig. 182
Fig. 183
Fig. 184
Fig. 185
Fig. 186
Fig. 187
Fig. 188
Fig. 189
Fig. 190
Fig. 191
Fig. 192
Fig. 193
Fig. 194
Fig. 195
Fig. 196
Fig. 197
Fig. 198
Fig. 199
Fig. 200
Fig. 201
Fig. 202
Fig. 203
Fig. 204
Fig. 205
Fig. 206
Fig. 207
Fig. 208
Fig. 209
Fig. 210
Fig. 211
Fig. 212
Fig. 213
Fig. 214
Fig. 215
Fig. 216
Fig. 217
Fig. 218
Fig. 219
Fig. 220
Fig. 221
Fig. 222
Fig. 223
Fig. 224
Fig. 225
Fig. 226
Fig. 227
Fig. 228
Fig. 229
Fig. 230
Fig. 231
Fig. 232
Fig. 233
Fig. 234
Fig. 235
Fig. 236
Fig. 237
Fig. 238
Fig. 239
Fig. 240
Fig. 241
Fig. 242
Fig. 243
Fig. 244
Fig. 245
Fig. 246
Fig. 247
Fig. 248
Fig. 249
Fig. 250
Fig. 251
Fig. 252
Fig. 253
Fig. 254
Fig. 255
Fig. 256
Fig. 257
Fig. 258
Fig. 259
Fig. 260
Fig. 261
Fig. 262
Fig. 263
Fig. 264
Fig. 265
Fig. 266
Fig. 267
Fig. 268
Fig. 269
Fig. 270
Fig. 271
Fig. 272
Fig. 273
Fig. 274
Fig. 275
Fig. 276
Fig. 277
Fig. 278
Fig. 279
Fig. 280
Fig. 281
Fig. 282
Fig. 283
Fig. 284
Fig. 285
Fig. 286
Fig. 287
Fig. 288
Fig. 289
Fig. 290
Fig. 291
Fig. 292
Fig. 293
Fig. 294
Fig. 295
Fig. 296
Fig. 297
Fig. 298
Fig. 299
Fig. 300
Fig. 301
Fig. 302
Fig. 303
Fig. 304
Fig. 305
Fig. 306
Fig. 307
Fig. 308
Fig. 309
Fig. 310
Fig. 311
Fig. 312
Fig. 313
Fig. 314
Fig. 315
Fig. 316
Fig. 317
Fig. 318
Fig. 319
Fig. 320
Fig. 321
Fig. 322
Fig. 323
Fig. 324
Fig. 325
Fig. 326
Fig. 327
Fig. 328
Fig. 329
Fig. 330
Fig. 331
Fig. 332
Fig. 333
Fig. 334
Fig. 335
Fig. 336
Fig. 337
Fig. 338
Fig. 339
Fig. 340
Fig. 341
Fig. 342
Fig. 343
Fig. 344
Fig. 345
Fig. 346
Fig. 347
Fig. 348
Fig. 349
Fig. 350
Fig. 351
Fig. 352
Fig. 353
Fig. 354
Fig. 355
Fig. 356
Fig. 357
Fig. 358
Fig. 359
Fig. 360
Fig. 361
Fig. 362
Fig. 363
Fig. 364
Fig. 365
Fig. 366
Fig. 367
Fig. 368
Fig. 369
Fig. 370
Fig. 371
Fig. 372
Fig. 373
Fig. 374
Fig. 375
Fig. 376
Fig. 377
Fig. 378
Fig. 379
Fig. 380
Fig. 381
Fig. 382
Fig. 383
Fig. 384
Fig. 385
Fig. 386
Fig. 387
Fig. 388
Fig. 389
Fig. 390
Fig. 391
Fig. 392
Fig. 393
Fig. 394
Fig. 395
Fig. 396
Fig. 397
Fig. 398
Fig. 399
Fig. 400
Fig. 401
Fig. 402
Fig. 403
Fig. 404
Fig. 405
Fig. 406
Fig. 407
Fig. 408
Fig. 409
Fig. 410
Fig. 411
Fig. 412
Fig. 413
Fig. 414
Fig. 415
Fig. 416
Fig. 417
Fig. 418
Fig. 419
Fig. 420
Fig. 421
Fig. 422
Fig. 423
Fig. 424
Fig. 425
Fig. 426
Fig. 427
Fig. 428
Fig. 429
Fig. 430
Fig. 431
Fig. 432
Fig. 433
Fig. 434
Fig. 435
Fig. 436
Fig. 437
Fig. 438
Fig. 439
Fig. 440
Fig. 441
Fig. 442
Fig. 443
Fig. 444
Fig. 445
Fig. 446
Fig. 447
Fig. 448
Fig. 449
Fig. 450
Fig. 451
Fig. 452
Fig. 453
Fig. 454
Fig. 455
Fig. 456
Fig. 457
Fig. 458
Fig. 459
Fig. 460
Fig. 461
Fig. 462
Fig. 463
Fig. 464
Fig. 465
Fig. 466
Fig. 467
Fig. 468
Fig. 469
Fig. 470
Fig. 471
Fig. 472
Fig. 473
Fig. 474
Fig. 475
Fig. 476
Fig. 477
Fig. 478
Fig. 479
Fig. 480
Fig. 481
Fig. 482
Fig. 483
Fig. 484
Fig. 485
Fig. 486
Fig. 487
Fig. 488
Fig. 489
Fig. 490
Fig. 491
Fig. 492
Fig. 493
Fig. 494
Fig. 495
Fig. 496
Fig. 497
Fig. 498
Fig. 499
Fig. 500

Mississippi River
Minneapolis
Saint Paul
Minnesota River
Mississippi River
Minneapolis
Saint Paul
Minnesota River

Digitized by Google

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, ACHTES STÜCK.

I. *Versuche über die mit dem Platin vorkommenden Metalle, und über das Verfahren zur Zerlegung der natürlichen Platinlegirungen oder Platinerze; von J. J. Berzelius.*

(Schluſs).

4. Osmium.

Dieſs Metall ist nur von Tennant und von Vauquelin *) untersucht worden, und zwar gleichzeitig mit dem Iridium, seinem Begleiter. Die ungewöhnliche Eigenschaft des Osmiums, ein flüchtiges und in Wasser lösliches Oxyd zu geben, hat die Aufmerksamkeit so sehr auf sich gezogen gehabt, daſs seine übrigen Eigenschaften gänzlich übersehen oder wenigstens nicht aufgesucht worden sind. Gewiſs würde man aus dem, was man bisher über das Osmium weiſs, nicht vermuthet haben, daſs dasselbe dem Iridium so ungemein ähnlich ist, wie das Folgende ergeben wird.

Darstellung des Osmiums. Ich habe diesen Gegenstand schon beim Iridium berührt, und gesagt, daſs, wenn man die mit Alkali gebrannte Masse mit Salzsäure und vieler Salpetersäure destillirt, Osmiumoxyd übergeht. Die Wirkung der Salpetersäure besteht hiebei darin, daſs sie

*) *Ann. de chim. LXXXIX, p.* 225.

Digitized

die Chlordoppelsalze des Osmiums zerstört, und dieſs geschieht um so vollständiger, je weniger Salzsäure hinzugesetzt worden ist. Um das Osmiumoxyd rein zu erhalten, muſs man die Destillation fast ganz ohne Sieden betreiben, und das Osmiumoxyd fortnehmen, wenn ein Fünftel oder ein Viertel der Flüssigkeit übergegangen ist. Was später kommt, wenn die Säure concentrirter wird, ist mit übergegangenem Chloriridium verunreinigt.

Nachdem man auf diese Weise eine Auflösung des Osmiumoxyds erhalten hat, bleibt noch übrig, das Metall aus ihr abzuscheiden. Vauquelin schreibt vor, dasselbe mit Zink zu fällen, nachdem man die Flüssigkeit mit so viel Salzsäure versetzt hat, daſs sich dieses unter Gasentwicklung in derselben löst; allein diese Methode hat den Nachtheil, daſs man destillirtes Zink anwenden muſs, und daſs überdieſs viel Oxyd mit dem Wasserstoffgase fortgeht.

Ich habe versucht, das Osmium, sowohl aus ammoniakalischen als aus sauren Lösungen, durch Kupfer zu fällen; allein dieſs geht äuſserst langsam. Das Kupfer wird weiſs, gleichsam versilbert, ohne daſs sich etwas Osmium ausscheidet.

Am besten geschieht die Fällung durch Quecksilber, nachdem man so viel Salzsäure hinzugesetzt hat, daſs sich dasselbe mit dem Chlor verbinden kann; ohne diese Vorsichtsmaſsregel erhält man aber nur ein Gemenge von Quecksilberoxydul und Osmiumoxydul oder vielleicht Osmiumoxyd. Man sollte vermuthen, daſs sich dieſs Gemenge mit Wasserstoffgas reduciren und dabei das Quecksilber abdestilliren lieſse; allein bevor die Masse auf die zur Reduction erforderliche Temperatur gelangt, ist ein nicht unbedeutender Theil des flüchtigen Oxyds mit dem Wasserstoffgase fortgegangen. Wenn man dagegen Salzsäure hinzusetzt, so geschieht es, daſs nicht alles Osmium ausgefällt wird, sondern eine mehrentheils farbige Salzmasse in der Auflösung zurückbleibt. Diese kann man

Digitized by Google

zwar durch eine längere Digestion mit Quecksilber zerlegen und so das Osmium ausfällen; allein es geht doch sehr langsam. Statt dessen kann man die Säure mit Ammoniak sättigen, die Flüssigkeit zur Trockne verdunsten, und die Masse in einer Retorte erhitzen. Dabei wird das Osmiumsalz vom Ammoniak zersetzt, und das etwa darin enthaltene Quecksilber wird mit dem Salmiak in Form eines Doppelsalzes verflüchtigt.

Der durch das Quecksilber hervorgebrachte Niederschlag besteht aus Quecksilberchlorür, aus einem pulverförmigen Amalgam von Osmium und Quecksilber, und aus eingemengtem laufenden Quecksilber, welches ganz wenig Osmium enthält. Man kann ihn entweder in einer Retorte destilliren, oder, was ich bequemer gefunden habe, in eine aus einer Barometerröhre geblasene Kugel legen, und während man diese erhitzt, Wasserstoffgas darüber leiten. Die Dämpfe des Quecksilbers und seines Chlorürs folgen dem Wasserstoffgase, während das Osmium zurückbleibt, in Form eines porösen, schwarzen Pulvers, welches zwar nicht metallisch aussieht, beim Daraufdrücken aber einen metallischen Strich annimmt.

Das Osmium hat selten einen recht lebhaften Metallglanz, welcher ihm jedoch in compactem Zustand zukommt. In einem solchen Zustande erhält man es, wenn man das flüchtige Osmiumoxyd in einem Strom von Wasserstoffgas verdunstet und das Gemenge durch ein Rohr leitet, welches auf die Länge eines Zolls glühend gehalten wird. Es findet dann eine Verbrennungserscheinung statt, und das Osmium setzt sich aus dem Gase ab, wobei es einen compacten Ring in dem Rohre bildet, welcher nach dem Erkalten ungefähr denselben Glanz wie das Osmium-Iridium besitzt.

In diesem Zustand fand ich das specifische Gewicht des Osmiums =10. Ich habe es nur in runden Zahlen bestimmt, da ich nur eine geringe Menge von Osmium zum Wägen besafs, und folglich die Decimalzahlen doch

Digitized by Google

nicht mit einiger Genauigkeit erhalten konnte. So wie das Osmium bei der Reduction mit Quecksilber zurückbleibt, ist sein specifisches Gewicht nicht völlig =7.

Das Osmium löst sich in gewöhnlicher Salpetersäure langsam auf, und bei der Destillation gehen beide über. Leichter läfst es sich in Königswasser auflösen, doch wahrscheinlich nur vermöge der gröfseren Concentration der Säure, da dabei keine Chlorverbindung gebildet wird; am leichtesten geschieht es in rauchender Salpetersäure, besonders mit Beihülfe der Wärme. Es besitzt, was auch schon bekannt ist, wie die Kohle, der Kiesel und mehrere andere Körper, die Eigenschaft, dafs es, nachdem es einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt gewesen ist, sich nicht mehr in Säuren auflöst.

In einer erhöhten Temperatur oxydirt es sich leicht. Im fein zertheilten Zustande läfst es sich entzünden, und brennt während es sich dabei im Glühen erhält. Im compacteren Zustande geschieht diefs nicht; vielmehr hört es auf sich zu oxydiren, so wie es aus dem Feuer genommen wird. Man hat angegeben, dafs es sich bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft leicht oxydire; diefs ist aber ganz unrichtig, denn man kann noch bei +100° C. Sauerstoffgas über dasselbe leiten, ohne dafs das Gas einen Geruch annimmt.

Atomengewicht des Osmiums.

Dieses habe ich ganz auf dieselbe Weise, wie bei den vorhergehenden Metallen bestimmt. Das Osmium giebt nämlich ein Kalium-Chloridsalz, dessen Bereitung und Eigenschaften ich weiter unten beschreiben werde, und dieses habe ich, nachdem es durch gelindes Glühen in Chlorgas getrocknet worden, durch Wasserstoffgas reducirt.

1,3165 Grm. dieses Salzes verloren durch Einwirkung des Wasserstoffgases 0,3805 Grm. an Chlor. Aus der rückständigen Masse wurde das Salz aufgelöst, das

Digitized by Google

Metall ausgewaschen, und die Salzlösung in einem gewogenen Platintiegel verdunstet. Sie gab 0,401 Grm., bis nahe zum Glühen erhitzten, Chlorkaliums. Der Metallgehalt kann direct nicht scharf bestimmt werden, aber man erhält ihn, wenn man das Gewicht des Salzes von dem der reducirten Masse abzieht. Er betrug 0,535 Grm.

Durch Berechnung findet man, dafs 0,401 Grm. Chlorkalium enthalten 0,19034 Grm. Chlor, von welcher Quantität das Doppelte, 0,38068, sehr nahe der gleich ist, welche beim Versuche fortging. In diesem Salze enthält also das Osmiumchlorid doppelt so viel Chlor als das Chlorkalium, und man kann annehmen, dafs dieses Salz aus $KCl^2 + OsCl^4$ besteht, um so mehr, als es, wie das entsprechende Iridium- und Platinsalz, in wasserfreien regulären Octaëdern anschiefst. Berechnet man das Atomengewicht nach dem Kaliumsalz, so ergiebt es sich $=1244{,}18$, und, nach dem Chlorgehalt, $=1244{,}24$; das Mittel von beiden ist $=1244{,}21$. Diefs Metall hat also sehr nahe dasselbe Atomengewicht wie das Iridium und Osmium, mit denen es auch isomorph zu seyn scheint.

Chlorosmium.

Wenn man bei gewöhnlicher Temperatur Chlorgas über Osmium leitet, so findet zwischen beiden keine sichtbare Einwirkung statt. Erhitzt man aber das Metall, so wird im ersten Augenblick ein schön dunkelgrünes Sublimat, welches Osmiumchlorür ist, gebildet, und wenn man das Gas in gröfserer Menge hinüberströmen läfst, so entsteht zugleich ein rothes pulverförmiges Sublimat, welches das Chlorid ist. Ich habe diesen Versuch mit einem Glasrohre angestellt, aus welchem hinter einander mehrere Kugeln geblasen waren. In der ersten lag das Osmium, welches mit einer Weingeistlampe erhitzt wurde, und aus der letzten wurde das Gas in kaustisches Ammoniak geleitet, um das Chlorid zurückzuhalten, welches dem Ueberschufs des Gases gefolgt war. Bei Fortsetzung des Versuches

Digitized by

sieht man, dafs das Chlorür sich sehr nahe am Osmium absetzt, während ein gelber Rauch dem Gase folgt und weiterhin niederfällt, wo es einen dunkel zinnoberrothen, pulverförmigen Ueberzug bildet.

Wenn man den Versuch mit einem nicht über Chlorcalcium gegangenen Chlorgase anstellt, und besonders, wenn die Flüssigkeit in dem Entwicklungsgefäfse warm wird und viel Wasser mit dem Chlorgase übergeht, so fängt das zuvor dunkelrothe Mehl an gelb zu werden, und einen durchsichtigen Ueberzug auf dem Glase zu bilden. Allmählig bilden sich darin Krystalle, deren Menge und Gröfse mit erhöhter Feuchtigkeit des Gases zunimmt. Als ich nach beendigtem Versuch die Röhre öffnete, um das Chlorgas herauszulassen, nahmen diese Krystalle sichtlich zu, so dafs, als ich es so ein Paar Stunden hatte stehen lassen, das Ganze krystallisirt war.

Das Chlorür schien nicht angeschossen zu seyn, allein diefs schien nur so wegen der Dicke der Schicht, denn als ich zu dem Ende des Rohrs hineinsah, fand ich, dafs die Innenseite desselben ganz mit grünen Krystallnadeln bedeckt war, welche von da in das Innere des Rohres reichten. Weiterhin war das Glas mit einer sternförmigen Vegetation von gelben Krystallen bedeckt, zwischen denen breitere citronengelbe Blätter angeschossen waren. Diese Krystalle waren so leicht schmelzbar, dafs sie durch die Wärme der Hand flüssig wurden. Noch näher an dem Ende, zu welchem das Gas herausging, und wo die Oeffnung eng war und die Luft langsamer hinzutrat, hatten sich dunkel zinnoberrothe Krystallvegetationen gebildet, welche bei Erwärmung in der Hand nicht flüssig wurden.

Dafs die grünen und rothen Krystalle Chlorür und Chlorid mit Krystallwasser waren, leidet keinen Zweifel; woraus aber die gelben Krystalle bestanden, habe ich nicht ausgemacht. Sie waren entweder Sesquichlorür oder Chlorid mit mehr Krystallwasser. Ich halte das Letztere

Digitized by Google

für das Wahrscheinlichste, theils wegen der reinen gelben Farbe, theils wegen der Leichtschmelzbarkeit.

Das Verhalten dieser Verbindungen zum Wasser ist sehr merkwürdig. Ich schnitt die letzte Kugel ab, welche nur Chlorid enthielt, und setzte zu diesem etwas Wasser. Das Chlorid löste sich bald darin auf, mit citronengelber Farbe, die sich in's Grüne zog. Als ich noch ein wenig Wasser hinzusetzte, wurde sie schön grün, und nun roch die Flüssigkeit zugleich nach dem flüchtigen Oxyd. In einigen Augenblicken wurde die Flüssigkeit dunkel und undurchsichtig, und darauf setzte sie ein bläuliches, flockiges, leichtes Coagulum von metallischem Osmium ab, und das Chlorid war in flüchtiges Oxyd, Metall und Salzsäure zerfallen. Daraus geht hervor, dafs das flüchtige Oxyd mehr als *zwei* Atomen Sauerstoff enthält.

Ich behandelte nun das Chlorür auf gleiche Weise, aber es fand sich, dafs sich neben ihm in derselben Kugel viel von den gelben, leicht schmelzbaren Krystallen abgesetzt hatten. In sehr wenig Wasser löste sich das Chlorür zu einer schön grünen Flüssigkeit, die, durch einen Tropfen Wasser mehr, bald undurchsichtig wurde. Als ich eine kleine Portion davon mit mehr Wasser versetze, zeigte sich, dafs das Chlorür dadurch auf gleiche Weise wie das Chlorid zersetzt wurde. Ich gofs die concentrirte Flüssigkeit in eine Flasche. Sie schien undurchsichtig zu seyn; aber an den Rändern konnte man sehen, dafs sie eine gelbbraune oder grüne Farbe besafs.

Ich löste nun etwas Chlorkalium in derselben auf und verdunstete sie, wodurch, ohne dafs sich der Geruch des flüchtigen Oxyds gezeigt hätte, eine verworren angeschossene Salzmasse mit Chlorkalium in Ueberschufs erhalten wurde. Es glückte das Doppelsalz geschwinder als das Chlorkalium aufzulösen; die Lösung wurde von demselben abgegossen und einer freiwilligen Verdunstung überlassen. Aufser Krystallen von Chlorkalium wurden

Digitized by Google

dabei hellbraune prismatische Krystalle des Doppelsalzes erhalten. In der Vermuthung, dafs dieses Salz ein Sesquichlorür-Doppelsalz sey, wollte ich das Chlorkalium mit Weingeist ausziehen; allein als die Flüssigkeit eine Stunde lang gestanden hatte, war das Osmium in derselben reducirt, und als die vom Alkohol nicht gelösten braunen Krystalle mit Wasser übergossen wurden, lösten sie sich mit braungelber Farbe. Diese Lösung schwärzte die Haut und trübte sich nach einer Weile in Folge von reducirtem Osmium. Die Eigenschaft des Doppelsalzes, reducirtes Osmium abzusetzen, habe ich nicht bei den anf andere Weisen bereiteten gefunden. Es roch dabei nicht nach flüchtigem Oxyd.

Das Osmium hat Doppelsalze vom Chlorid, wahrscheinlich vom Sesquichlorür und Chlorür, und endlich aller Vermuthung nach auch vom Sesquichlorid.

Doppelsalz des Chlorids mit Chlorkalium. Diefs erhält man, wenn man gepülvertes metallisches Osmium mit einer gleichen Gewichtsmenge Chlorkalium gut mischt, und bis zum anfangenden Glühen in Chlorgas erhitzt. Es geht dabei ein wenig Metall mit dem Chlorgase fort, welches man daher, um nichts zu verlieren, in Ammoniak auffangen mufs *). Das Chlor wird langsam absorbirt, und man erhält ein rothes ungeschmolzenes Pulver von einer etwas dunkleren Farbe, als die der Mennige. Es ist in Wasser, welches Salze enthält, träglöslich, und man kann daher das überschüssige Chlorkalium mit etwas kaltem Wasser ausziehen. Es löst sich in kaltem Wasser mit rein citronengelber Farbe auf. In siedendheifsem Wasser löst es sich in gröfserer Menge. Die Lösung ist

*) Ich kann hiebei die Beobachtung nicht übergehen, dafs, als ich, unbekannt mit diesem durch das Chlorgas herbeigeführten Verlust, zur Vermeidung des unangenehmen Chlorgeruchs, dieses Gas in trocknes Kalkhydrat leitete, dasselbe nach beendigter Operation sehr nach dem flüchtigen Oxyde roch, welches sich auf Kosten des Sauerstoffs der Kalkerde gebildet hatte.

Digitized by Google

dunkelgelb und zieht sich in's Grüne, aber nicht in's Rothe. Bei freiwilliger Verdunstung schiefsen aus derselben dunkelbraune, glänzende, octaëdrische Krystalle an. Tröpfelt man in Alkohol eine gesättigte Lösung dieses Salzes, so fällt es als ein krystallinisches Pulver von zinnoberrother Farbe nieder. Die weingeistige Flüssigkeit bleibt gelb. Tränkt man ein Stück Papier mit der wäfsrigen Lösung, und läfst es einige Zeit im Sonnenschein liegen, so entsteht eine Reduction, und das Papier nimmt eine blaue Farbe an, die nicht ausgewaschen werden kann. Erhitzt man dieses Salz für sich, so erträgt es ein gelindes Glühen, ohne sich zu zersetzen. Bei einer Hitze aber, bei welcher Glas erweicht, wird Chlor abgeschieden und ein wenig Chlorür sublimirt, und das rückständige Salz enthält ein Gemenge von Chlorkalium und weifsem metallisch glänzenden Osmium.

Wenn man dieses Salz mit mehr Osmium vermischt, bis zum vollen Glühen, wobei eine anfangende Zersetzung stattfindet, erhitzt, und nach dem Erkalten in Wasser löst, so ist die Lösung grüner wie zuvor, und beim Abdunsten derselben effloreſcirt, nachdem sich anfangs Chlorid-Doppelsalz abgesetzt hat, zuletzt eine kleine Portion Chlorür-Doppelsalz, so dafs also hier kein Sesquichlorür-Doppelsalz, wie beim Iridium, gebildet wird. Von schwefliger Säure wird dieses Salz nicht zersetzt, auch nicht wenn man das Gemenge bis zum Sieden erhitzt. Wenn man dagegen das Salz in Salpetersäure auflöst, und die Flüssigkeit destillirt, geht das flüchtige Oxyd über und das Alkali bleibt als Salpeter, gemengt mit Chlorkalium, zurück.

Ob es *Sesquichlorür-Doppelsalze* gebe, kann ich nicht mit völliger Sicherheit entscheiden. Dafs das Kalium-Chloridsalz beim Schmelzen mit metallischem Osmium ein Gemenge giebt, woraus Chlorid- und Chlorür-Doppelsalze für sich anschiefsen, scheint dagegen zu sprechen; allein ich bin unschlüssig, für was ich das, schon beim

Digitized by Google

Chlorosmium erwähnte, braune, prismatische Salz halten soll. Auch nehmen die Osmiumsalze zuweilen eine braune, in's Purpurrothe fallende, Farbe an, welche weder dem Chlorid noch dem Chlorür angehört.

Als ich z. B. eine concentrirte Auflösung des Osmiumoxyds mit Salzsäure mengte und mit Quecksilber reducirte, bis der Geruch des Oxydes ganz verschwunden war, blieb eine gelbbraune Flüssigkeit zurück. Diese wurde nun filtrirt und unter einer, mit Luft erfüllten und am Boden Schwefelsäure enthaltenden, Glocke zur Trockne verdunstet. Sie gab einen glänzenden, purpurfarbenen Firniſs, der keine Zeichen von Krystallisation lieferte, an der Luft erweichte, sich sowohl in Wasser als Alkohol mit brauner Farbe löste, metallisch schmeckte, die Haut schwärzte, und mit Alkali erst ohne Trübung braun oder purpurfarben wurde, und dann bei gelinder Digestion ein schwarzes Oxyd absetzte, während die Farbe der Flüssigkeit heller wurde.

Eine andere Portion von Osmiumoxyd-Lösung wurde erstlich mit kaustischem Kali, und sodann mit Salzsäure und Quecksilber versetzt, und die Flüssigkeit, nachdem der Geruch des flüchtigen Oxyds verschwunden war, filtrirt und abgedunstet. Sie gab, mit Chlorkalium vermischt, ein braunes, in Weingeist wenig lösliches Doppelsalz, welches von dem Chlorür-Doppelsalze verschieden war, und also dem vorhergehenden Salze zu gleichen schien, mit dem Unterschiede, daſs es Sesquichlorür mit Chlorkalium verbunden enthielt, während jenes eine Verbindung von Sesquichlorür mit Quecksilberchlorid war.

Wenn von dem mit Osmiumchlorid gemengten und in Ammoniakgas aufgefangenen Chlorgase das überschüssige Ammoniak abgedunstet wird, so erhält man eine gelbbraune Auflösung, die ganz den Iridium-Sesquichlorürsalzen gleicht. Trocknet man sie ein, so ist der Salmiak braun. Sublimirt man den Salmiak in einem bedeckten

Digitized by Google

Gefäfse, so bleibt, wenn die Hitze nicht zu lange fortgesetzt wird, ein grünliches Salz zurück, welches Chlorür-Doppelsalz ist.

Wenn das Kalium-Osmium-Chloridsalz mit Ammoniak vermischt und abgedunstet wird, so erhält man nicht, wie beim Iridium, eine blaue, sondern eine dunkelbraune Auflösung, ganz der eines Sesquichlorür-Doppelsalzes von diesem Metalle gleich. Alle diese Thatsachen sprechen für das Daseyn des Osmium-Sesquichlorürsalzes, obgleich man nur erst durch die Analyse eines solchen auf bestimmte Weise abgeschiedenen Salzes darüber zur Gewifsheit gelangen kann.

Die *Chlorürdoppelsalze* gleichen denen des Iridiums. Das Kaliumsalz erhält man, wenn man eine Auflösung des Kalium-Osmium-Chlorids in Wasser mit Alkohol vermischt, das gefällte Salz durch Filtriren absondert, und die gelbe Flüssigkeit destillirt, oder auch lange dem Sonnenlichte aussetzt. Während der Destillation schlägt sich viel Osmium nieder, welches, nachdem die Flüssigkeit concentrirt geworden, durch's Filtrum abgesondert wird. Ueberläfst man sie nun dem freiwilligen Verdunsten, so effloreſcirt das Salz an den Kanten des Gefäfses. Reguläre Krystalle habe ich nicht erhalten können. Es löst sich weit träger im Weingeist als im Wasser.

Wenn das Kalium-Chloridsalz in kaustischem Ammoniak gelöst wird, so bleibt ein dunkelgrünes Pulver ungelöst, welches von gleicher Natur zu seyn scheint, wie das, welches man bei der Behandlung des Iridiumsalzes mit Ammoniak erhält. Wenn man die braune Lösung verdunstet, und den Rückstand, bis zur anfangenden Sublimation des Salmiaks, gelinde erhitzt, so bleibt das Chlorürdoppelsalz, gemengt mit Chlorkalium, zurück.

Dafs man das Ammonium-Osmium-Chlorür erhält, wenn man das mit überschüssigem Chlor gemengte Chlorid in Ammoniak auffängt, die Flüssigkeit eintrocknet,

Digitized by Google

und vom Rückstand den überschüssigen Salmiak bei gelinder Hitze in einem Destillationsgefäfse absublimirt, habe ich schon zuvor gesagt.

Sesquichloridsalz. Das Osmium giebt auch rothe Verbindungen von ganz unverkennbarer Aehnlichkeit mit den Sesquichloridsalzen des Iridiums. Diese haben sich bei meinen Operationen oft gebildet, ohne dafs ich eigentlich weifs, wie sie vorzugsweise entstehen. Die gröfste Menge eines solchen Salzes habe ich erhalten, wenn ich ein Gemenge von Iridium und Osmium in einem Strome von Sauerstoffgas erhitzte, und das überschüssige Gas in eine verdünnte Ammoniakflüssigkeit leitete, welche dadurch endlich ganz mit demselben gesättigt wurde. Diese ammoniakalische Flüssigkeit wurde, einige Tage darauf mit einem Ueberschufs von Salzsäure und mit ein wenig Quecksilber vermischt, unter öfterem Umschütteln 48 Stunden lang stehen gelassen, und, als der Geruch nach Osmiumoxyd verschwunden war, filtrirt. Die Flüssigkeit war bräunlich purpurfarben. Als sie zur Trockne verdunstet wurde, hinterliefs sie ein dunkelbraunes Salz, als eine etwas efflorescirte Masse.

Diefs Salz löste sich in Alkohol mit einer prächtig rothen, in's Purpurne spielende Farbe, die völlig eben so schön und intensiv wie die des mangansauren Kali's war. Der Alkohol liefs ein Salz ungelöst, welches, gut ausgewaschen, sich in Wasser mit dunkel purpurbrauner Farbe auflöste. Diese beiden Salze waren gänzlich frei von Quecksilber, und stellten Doppelsalze mit Chlorammonium dar. Das erste halte ich für Sesquichlorid, und das letzte für Sesquichlorür.

Das Sesquichlorid zersetzt sich nicht, wenn man den Alkohol abdestillirt. Ueberläfst man die Lösung dem freiwilligen Verdunsten, so giebt sie eine braune, verworren und efflorescenzartig krystallisirende Masse, welche sich in Wasser löst, mit tiefer, bis zur Undurchsichtigkeit dunkler, rother Farbe, welche bei Verdünnung in schöne Nüan-

Digitized by Google

ses war Augustinus von Hippo (Aurelius Augustinus, 354–430). Er schrieb sich in Mailand als Lehrender ein, wurde dann Bischof von Hippo und verfasste zahlreiche Schriften, die sich mit Fragen der Theologie, Philosophie und Kirchenpolitik auseinandersetzten. Sein Hauptwerk ist „De civitate Dei“ (Vom Gottesstaat).

Weiter ist zu nennen Boethius (Anicius Manlius Severinus Boethius, 480–524). Er war Konsul und Senator unter Theoderich dem Großen. Seine Schrift „Vom Trost der Philosophie“ (De consolatione philosophiae), die er während seiner Gefangenschaft verfasste, ist bis heute ein Bestseller. Er übersetzte auch die Werke des Aristoteles ins Lateinische und schrieb Kommentare zu ihnen. Boethius gilt als der letzte Philosoph der Antike und der erste Philosoph des Mittelalters.

Ein weiterer Philosoph, der sich mit Fragen der Musik auseinandersetzte, war Johannes Scotus Eriugena (ca. 810–877). Er war ein irischer Philosoph und Theologe, der in Frankreich lebte und lehrte. Sein Hauptwerk ist „De divisione naturae“ (Über die Einteilung der Natur), in dem er eine Einteilung der Wissenschaften vornimmt, die auch die Musik einschließt

und 4 Atomen Sauerstoff, und sehr wahrscheinlich hat es noch *zwei*, deren Isolirung mir aber nicht geglückt ist, bestehend aus 3 Atomen Sauerstoff mit 1 und 2 Atomen Metall. Aufserdem giebt es, wie das Iridium, eine Verbindung von zwei Oxyden.

a) Das *Oxydul*. Dieſs erhält man, wenn man das Doppelchlorür von Kalium und Osmium mit kaustischem Kali vermischt. Die Flüssigkeit trübt sich nicht sogleich, aber nach ein Paar Stunden hat es ein dunkelgrünes, fast schwarzes Hydrat vom Oxydul abgesetzt. Das überschüssig zugesetzte Kali hält eine Portion davon mit schmutzig grüngelber Farbe gelöst. Das gefällte Oxydul enthält Kali, welches sich durch Wasser nicht fortwaschen läſst. Es löst sich langsam, aber vollständig in Säuren, mit einer schwarzgrünen Farbe, wie die von Iridiumsalzen. Auch von Salpetersäure wird es in der Kälte mit grüner Farbe gelöst, und wenn die Säure damit gesättigt worden ist, trocknet die Lösung zu einem grünen durchsichtigen Firniſs ein. Die gesättigte Verbindung mit Schwefelsäure wird beim Eintrocknen dunkel braungrün, fast schwarz. Die Phosphorsäure giebt eine schwerlösliche Verbindung von gleicher Farbe. Von Salzsäure wird es mit der dunkel grünbraunen Farbe des Chlorür-Doppelsalzes aufgelöst. Erhitzt man das Oxydul bis zu anfangendem Glühen, so giebt es Wasser, aber keine Spur von dem flüchtigen Oxyde, wenn die Luft ausgeschlossen ist. Mit brennbaren Körpern detonirt es.

b) Das *Sesquioxydul*. Das Daseyn desselben scheint dadurch bewiesen zu seyn, daſs das Osmium ein blaues Oxyd hat, welches ganz dem blauen Iridiumoxyde gleicht, und also wahrscheinlich eine Verbindung von Oxydul und Sesquioxydul ist. Ich habe das letztere aber nicht isoliren können, weder auf trocknem noch auf nassem Wege. Wenn die Salze, von welchen ich zuvor angenommen habe, daſs sie das Sesquichlorür enthalten, mit Ausschluſs des ammoniakhaltigen Salzes, mit kaustischem Kali ver-

Digitized by Google

mischt werden, so werden die Auflösungen schöner purpurbraun als zuvor. Digerirt man das Gemenge, so fällt zuletzt ein schwarzes Oxyd nieder, und die Lösung wird rosenroth, wie die Lösung der Sesquichloridsalze. Der Niederschlag ist Oxydulhydrat. Meiner Meinung nach enthalten die rothen Lösungen ein Oxyd mit 3 Atomen Sauerstoff, das Sesquioxyd, proportional dem Sesquichloride.

c) Das *Oxyd.* Man erhält dasselbe, wenn man eine gesättigte Lösung des Kalium-Chloridsalzes mit etwas kohlensaurem Natron vermischt. Im ersten Augenblick scheint die Flüssigkeit keine Veränderung erlitten zu haben, aber nach einer Weile wird sie trübe und schwarz, und es scheidet sich Oxydhydrat aus, das allmählig zu Boden sinkt. Setzt man zu viel kohlensaures Natron hinzu, so erhält man eine dunkelbraune, undurchsichtige Flüssigkeit, welche zwar das meiste Oxyd fallen läfst, aber noch vieles aufgelöst behält, und erst nach einer langen Zeit allmählig absetzt. Erhitzt man sie bis zum anfangenden Kochen, so fällt das Oxyd nieder, und die Flüssigkeit wird farblos. Auf ein Filtrum gebracht, ist das Oxyd schwarz; es enthält Kali, welches sich nicht mit Wasser ausziehen läfst, welches man aber mit verdünnter Salzsäure fortnehmen kann, ohne dafs das Oxyd von ihr aufgelöst wird.

Die durchgegangene alkalische Flüssigkeit ist schwach gelb, wird aber noch gelber, wenn man sie mit Salzsäure sättigt, es zeigt sich dabei kein Geruch von dem flüchtigen Oxyd, zum Beweise, dafs hier keine Zersetzung in eine niedere, sich fällende, Oxydationsstufe und eine höhere, in der Flüssigkeit bleibende, stattgefunden hat.

Wenn man das Oxyd im Wasserbade trocknet, und alsdann in einem Strom von Kohlensäuregas erhitzt, so giebt es Wasser und darauf etwas flüchtiges Oxyd; aber das Oxyd, welches nach Erhitzung bis zum Glühen übrig bleibt, ist nicht, wie ich anfänglich glaubte, Sesquioxydul,

Digitized

sondern Oxyd, denn es zeigt bei der Reduction mit Wasserstoffgas durchaus die Zusammensetzung des Oxydes.

Als ich ein Gemenge von Kalium-Osmium-Chlorid und wasserfreiem kohlensauren Natron erhitzte, erhielt ich ebenfalls ein wenig von dem flüchtigen Oxyd, welches dem Kohlensäuregase folgte, und in Ammoniak aufgefangen wurde. Die Masse wurde nicht bis zum Glühen erhitzt, sondern nur bis zum Aufhören der Gasentwicklung; als sie darauf mit Wasser und Salzsäure ausgelaugt wurde, gab sie nur Oxyd. Das mit Salzsäure gesättigte Ammoniak wurde, nachdem die Kohlensäure fortgegangen war, in einem Augenblick rosenroth.

Das auf die zuvor angeführten Weisen erhaltene Osmiumoxyd löst sich nicht in Säuren auf. Salzsäure färbt sich, nach langer Einwirkung, nur gelb davon. Dessen ungeachtet kann sich das Oxyd mit den Säuren zu Salzen verbinden; es giebt eine eigene Classe von Sauerstoffsalzen, welche man *Osmiumoxydsalze* nennen kann. Den Beweis darüber werde ich bei der Beschreibung des Schwefelosmiums geben.

d) Das *Bioxyd.* So will ich einstweilen das flüchtige Oxyd nennen, weil es doppelt so viel Sauerstoff als das Oxyd enthält, und weil der Name Sesquioxyd demjenigen Oxyde gegeben werden kann, welches, wie wir gesehen, muthmafslich vorhanden ist, und anderthalb Mal so viel Sauerstoff als das Oxyd enthält, oder aus $\dot{O}s$ besteht.

Das Bioxyd wird gebildet, wenn man das Osmium verbrennt, oder wenn man seine Oxyde oder Chlor-Doppelsalze mit Salpetersäure in der Wärme behandelt. Es besitzt, wie bekannt, einen sehr unangenehmen Geruch, ist ätzend, greift die Lungen an, reitzt zum Husten, bewirkt eine langwierige Schleimabsonderung, und erregt im Auge, selbst wenn seine Dämpfe es auch in einem sehr vertheilten Zustande treffen, einen brennenden Schmerz. Man erhält es am besten isolirt und rein, wenn man Osmium

in

Digitized by Google

in einer kleinen Glaskugel bis zum Glühen erhitzt und Sauerstoffgas darüber leitet. Das Osmium verbrennt, und das Oxyd setzt sich eine Strecke davon in dem Glasrohre oder dem Gefäfse ab. Wenn der Gasstrom nicht gar zu stark geht, so verdunsten mit dem Gase nur 2 bis 3 Proc des Oxyds, welche überdiefs in kaustischem Kali aufgefangen werden können. Das Oxyd setzt sich in weifsen glänzenden Krystallen ab; ein anderer Theil sammelt sich in flüssiger Gestalt, und gesteht zu einer krystallinischen Masse. Ich habe es mehrmals ganz farblos erhalten. Einige Male hatte der geschmolzene und erstarrte Theil einen Stich in's Gelbe, wovon aber die Ursache mir unbekannt ist.

Die Auflösung des Bioxyds in Wasser ist farblos, aber die von dem gelblichen zieht sich etwas in's Gelbe. Es löst sich sehr langsam in Wasser; man kann es darin schmelzen, ohne dafs das Wasser es eher, als nach einer langen Weile löst. Es löst sich farblos und leicht in Alkohol und Aether, wird aber von diesen Flüssigkeiten reducirt, so dafs, nach 24 Stunden, alles Metall herausgefällt ist. Alkohol und Aether, zu der wäfsrigen Lösung des Oxyds gesetzt, fällen nichts und reduciren auch nichts; allein Talg, fette Oele und dergleichen Stoffe wirken reducirend auf das Oxyd; denn wenn man den Pfropfen zu der Flasche, worin man das Oxyd bewahrt, mit Talg bestreicht, so wird er innerhalb ein Paar Stunden geschwärzt.

Seinen Kochpunkt und die Tension seiner Dämpfe zu untersuchen, habe ich nicht Gelegenheit gehabt. Es verdunstet in Wasserstoffgas, ohne reducirt zu werden; wenn man aber das Gemenge durch äufsere Erhitzung in einem Punkt entzündet, so bilden sich Wasser und Osmium, ohne dafs sich jedoch die Verbrennung weiter fortpflanzt oder eine Explosion einstellt, wie ich schon bei der Bereitung des Osmiums gezeigt habe.

Von Schwefelwasserstoffgas wird es ohne äufsere

Digitized by

Wärme zerlegt; allein es erwärmt sich dabei, wird flüssig und verflüchtigt sich, so dafs das Gefäfs sich auf allen Seiten mit Schwefelosmium auskleidet. Ich hatte gehofft auf diese Weise die sublimirten Krystalle des Oxyds, unter Beibehaltung ihrer Form, in Schwefelosmium zu verwandeln, welches sodann bequem zu analysiren gewesen wäre; allein die Hervorbringung dieser Epigenie wollte nicht glücken.

Ungeachtet der Geruch dieses Oxydes ein höchst empfindliches Reagenz auf die Gegenwart des Osmiums ist, so hat man doch ein noch empfindlicheres und bequemeres in der Wirkung des gasförmigen Oxydes auf die Weingeistflamme. Legt man auch nur ein ganz kleines Körnchen Osmium auf ein Platinblech nahe an den Rand, und bringt diesen in die Weingeistflamme, so dafs das Osmium erhitzt wird, ein Theil der Flamme jedoch ungehindert an dem Rande in die Höhe steigt, so wird die Flamme daselbst auf einmal leuchtend, gleich als wenn man reines ölbildendes Gas verbrennte. Die Ursache hievon ist leicht einzusehen. Das Oxyd oxydirt nämlich den Wasserstoff, und dadurch werden in der Flamme gemeinschaftlich Kohle und Osmium in starrer Form ausgeschieden, die nun daselbst glühen und leuchten. Dieselbe Wirkung übt das Chlorgas aus gleichen oder ähnlichen Ursachen auf die Weingeistflamme aus, wenn es gegen dieselbe geleitet wird. Das Leuchten der Flamme hält übrigens so lange an, als noch etwas Osmium vorhanden ist.

Hat man statt des Osmium ein Iridium, welches Spuren von Osmium enthält, und erhitzt es auf dieselbe Weise, so sieht man deutlich, wie die Flamme auf einen Augenblick leuchtend wird, obgleich nicht so auffallend, wie beim reinen Osmium; auch hört das Leuchten bald auf, nicht weil alles Osmium schon fortgegangen ist, sondern deshalb, weil beide sich zu einer feuerfesten Verbindung oxydiren, welche keiner höheren Oxydation fähig

Digitized by Google

ist. Schiebt man nun das Platinblech so weit in die Flamme, dafs das Metall in deren inneren nicht mehr brennenden Theil gelangt, so wird dasselbe reducirt. Dann entzündet es sich wieder am Rande der äufseren Flamme, glüht einen Augenblick, und macht die Flamme leuchtend; darauf kann man es wieder zum Weifsglühen erhitzen, ohne dafs der Osmium-Geruch entsteht oder ohne dafs es sonst verändert wird. Nach einer neuen Reduction stellt sich dieselbe Erscheinung wieder ein, und sie ist selbst noch ganz deutlich, wenn man bei Erhitzung des reducirten Metalls die Bildung des Osmiumoxyds nicht mehr durch den Geruch mit Deutlichkeit wahrnehmen kann. Auf diese Weise habe ich noch Osmium in einem Iridium gefunden, welches zuerst mit Sauerstoff behandelt, darauf reducirt, und nun in Chlorür verwandelt worden war. Bei beiden Operationen ging Osmium fort. Darauf wurde das Chlorür in einer Porcellanretorte geglüht, so lange als noch Chlorgas fortging; auch hiebei hatte sich mit dem Chlor noch eine Spur von Osmium nebst Iridium verflüchtigt, und dessen ungeachtet gab das reducirte Iridium bei Erhitzung in der Weingeistflamme noch eine Spur von Osmium zu erkennen. Man sieht hieraus, mit welcher Festigkeit diese Metalle zusammenhalten, und wie schwer es ist, ein von Osmium ganz freies Iridium zu erhalten.

Die Zusammensetzung dieses Oxyds ist leicht mit hinreichender Genauigkeit zu bestimmen. Ich glühte das Osmium, um es zu trocknen, in Wasserstoffgas, und trieb darauf dieses aus, als das Metall noch warm war. Das Osmium wurde nun gewogen und in eine Glasröhre gelegt, an welcher zwei Kugeln in einem kleinen Abstande ausgeblasen waren. Das eine, dem Osmium am nächsten befindliche Ende wurde mit einer kleinen Retorte verbunden, die geschmolzenes chlorsaures Kali enthielt, welches schon früher einmal zur Bereitung von Sauerstoffgas angewandt worden war, also weder Wasser noch

Digitized by Google

einen brennbaren Stoff enthielt. Das andere Ende wurde in ein gewogenes und mit Stücken von befeuchtetem kaustischem Kali gefülltes Rohr geleitet, mit welchem das im Sauerstoffgas verdunstete Oxyd aufgefangen werden sollte.

0,278 Grm. Osmium, welche mit Hinterlassung von 0,003 Grm. osmiumhaltigem Iridium verbrannt wurden, gaben in der leeren Kugel 0,36 Grm. Osmiumoxyd, und in dem Rohre mit Alkali 0,005 Grm. Osmiumoxyd, so vollständig condensirt, dafs die gefärbten Stücke des Alkali's nur eine Länge von einer Viertellinie hinter dem Korke einnahmen und das herausgehende Sauerstoffgas geruchlos war.

0,275 Grm. Metall hatten also 0,365 Grm. Oxyd gegeben oder 0,090 Grm. Sauerstoff aufgenommen. 1244 Theile Metall hätten danach 407 Th. Sauerstoff aufgenommen. Die Abweichung von 400 oder dem Gewichte von 4 Atomen Sauerstoff, fällt bei diesem Versuche, der mit so kleinen Mengen angestellt werden mufste (denn mein ganzer Vorrath von Osmium betrug noch nicht 2 Grm.) auf so geringe Gewichtstheile, dafs sie unmöglich mit Sicherheit bestimmt werden kann.

Ich hatte erwartet, dafs dieses Oxyd entweder aus einem Atome Radical und 3 Atomen Sauerstoff, oder aus 2 Atomen Radical und 5 Atomen Sauerstoff bestehen würde; allein das angeführte analytische Resultat ist so entscheidend, dafs kein Zweifel wegen seiner Richtigkeit entstehen kann. Es hätte nur dadurch ein Fehler entstehen können, dafs Kohlensäure oder Wasser in dem Rohre mit kaustischem Kali absorbirt worden wäre; da aber die ganze Absorption hier nur 5 Millligramm betrug, so konnte folglich dadurch kein merklicher Fehler herbeigeführt werden.

Ein Oxyd, bestehend aus 4 Atomen Sauerstoff und einem Atome eines unorganischen Radicals, ist eine nach den bisherigen Erfahrungen eine sehr ungewöhnliche Zusam-

Digitized by Google

mensetzung. Das Ungewöhnliche hierin verschwindet aber, wenn man das Atomengewicht auf die Hälfte reducirt, d. h. annimmt, dafs das Osmiumoxydul, gleich dem Kupferoxydul, aus 2 Atomen Metall und *einem* Atome Sauerstoff bestehe, wonach das Osmiumbioxyd dem Kupfersuperoxyd, und die rosenrothen Salze des Iridiums und Osmiums genau den rothen Rhodiumsalzen entsprechen würden. Dagegen scheint sich indefs der Einwurf machen zu lassen, dafs das Osmium, Iridium, Platin und Palladium zu einer und derselben Reihe von isomorphen Körpern gehören, dafs, nach Dulong's und Petit's Versuchen über das Verhältnifs zwischen der specifischen Wärme und den Atomengewichten, das Atomengewicht des Platins beibehalten werden mufs, um gleiches Resultat mit den übrigen untersuchten Metallen zu bekommen, und dafs das Sesquioxydul des Iridiums, dessen Daseyn aufser allem Zweifel gesetzt ist, dann aus 4 Atomen Radical und 3 Atomen Sauerstoff bestehen würde, was zwischen unorganischen Körpern ein wenigstens eben so ungewöhnliches Verhältnifs wäre, wie das von einem Atome Radical und 4 Atomen Sauerstoff. Dieser Punkt mufs folglich bis weiteres unentschieden bleiben.

Blaues Osmiumoxyd. Tennant hat gefunden, dafs eine Lösung des flüchtigen Oxyds bei Vermischung mit einer Lösung des Galläpfel-Gerbstoffs blau wird; und bei andern Versuchen sieht man gleichfalls eine geringe Menge eines blauen Sublimats entstehen. Diese Erscheinungen rühren von der Bildung eines blauen Oxyds her, das an Farbe völlig dem blauen Oxyde des Iridiums gleicht, und wahrscheinlich auch dessen Zusammensetzung besitzt. Ich habe angeführt, dafs es muthmafslich aus Oxydul und Sesquioxydul besteht, obgleich das letztere beim Osmium nicht auf eine entscheidende Art hat dargestellt werden können. Es ist bekannt, dafs man diese Oxyde auch als aus Oxydul und Oxyd bestehend ansehen kann, und dafs folglich die Verbindung, welche beim Iridium aus

Digitized by

Oxydul und Sesquioxydul besteht, beim Osmium, wenn es kein Sesquioxydul hat, ohne Aenderung in der procentischen Zusammensetzung, aus Oxydul und Oxyd bestehen kann *).

Wenn eine Auflösung des Osmiumoxyds in Wasser mit schwefliger Säure vermischt wird, so ändert sie bald ihre Farbe. Durch eine geringe Menge von der Säure wird sie gelb oder klar brandgelb, wahrscheinlich vermöge der Bildung von schwefelsaurem Oxyd; durch eine gröfsere Menge wird sie braun gefärbt, gleich als wenn sich schwefelsaures Sesquioxydul gebildet hätte. Ein noch gröfserer Zusatz von der Säure färbt die Lösung grün, und ein Ueberschufs endlich macht sie tief blau, wie eine Auflösung von Indigo in Schwefelsäure. Auch wenn sogleich ein Ueberschufs von schwefliger Säure hinzugesetzt wird, geht die Lösung diese Nüancen hindurch, aber ziemlich rasch. Wünscht man, dafs die Farbe der Lösung auf einem gewissen Punkt stehen bleiben soll, so mufs man die schweflige Säure in kleinen Portionen hinzusetzen, und jedesmal ein Paar Stunden warten, damit die Säure Zeit habe sie zu oxydiren.

Die blaue Flüssigkeit enthält kein flüchtiges Oxyd und kann daher abgedunstet werden. Dabei verfliegt der Ueberschufs von schwefliger Säure, und es bleibt ein blaues schwefelsaures Salz zurück, welches zu einer gesprungenen, aber doch weichen Masse eintrocknet, die etwas vom Kupferglanz besitzt. Nach gänzlicher Eintrocknung löst sie sich nicht mehr vollständig in Wasser, sondern dieses zieht nur eine sehr saure blaue Flüssigkeit aus. Der Rückstand kann ausgewaschen werden; das Ausgewaschene besitzt aber die Eigenschaft, dafs es, wenn es im feuchten Zustand an der Luft liegen bleibt, dem Wasser, womit man es auswäscht, auf eine Weile wieder eine blaue Farbe ertheilt. Im noch feuchten Zustande

*) Bekanntlich geben Verbindungen wie $\dot{R}+\ddot{R}$ und $2\dot{R}+\ddot{R}$ dasselbe Verhältnifs zwischen Sauerstoff und Metall.

Digitized by Google

bildet die Masse elastische Schuppen, welche das Wasser lange zurückhalten, und beim Trocknen stark zusammenschrumpfen, wobei sie glänzend werden, und dieselbe Farbe annehmen, die der Indigo durch Reiben mit einem polirten Körper erhält. Vor der Eintrocknung ist das blaue Salz, mit Beibehaltung seiner Farbe, sowohl in kohlensauren als kaustischen Alkalien löslich. Aus dieser Lösung wird es zum gröfsten Theil durch Salzsäure gefällt. Die übrigbleibende saure Lösung ist braun.

Wenn man das trockne blaue schwefelsaure Salz für sich in einem Destillationsgefäfse erhitzt und die Producte in Ammoniak auffängt; so geht zuerst Wasser fort, dann kommt flüchtiges Oxyd, welches sich in dem Ammoniak mit dunkelgelber Farbe löst; hierauf entweicht neben dem flüchtigen Oxyd ein blaues Sublimat in reichlicher Menge, von dem viel in das Ammoniak übergeht, und endlich bleibt, nach vollem Glühen, Osmium von blauweifsem Metallglanz zurück, welches die Form der eingelegten Stücke behalten hat. Die erhaltene ammoniakalische Flüssigkeit ist purpurbraun, wird beim Verdunsten dunkelbraun, und giebt nach dem Verdunsten eine eben so gefärbte Salzmasse, welche ein schwefelsaures Sesquioxydul zu seyn scheint. Versetzt man sie vor dem Verdunsten mit kohlensaurem Natron, so bekommt man nach Verjagung des Ammoniaks eine dunkelblaue Lösung, die eingetrocknet einen in Wasser wieder löslichen Rückstand giebt.

Wenn das blaue schwefelsaure Salz in Wasserstoffgas erhitzt wird, so giebt es zuletzt ein blaues Sublimat, wasserhaltige Schwefelsäure, Wasser und Schwefelwasserstoff, während geschwefeltes Osmium, wenn gleich vielleicht nicht ganz mit Schwefel gesättigt, zurückbleibt.

Wenn man die saure blaue Flüssigkeit mit Eisen und so vieler Salz- oder Schwefelsäure, als zur reichlichen Wasserstoffgasentwicklung erforderlich ist, versetzt, so wird Osmium reducirt; aber die Farbe der Flüssig-

Digitized by Google

keit ist hernach dunkelgrüner, als die einer Eisenlösung, und das gefällte Osmium giebt, nachdem es ausgewaschen ist, bei Erhitzung in Wasserstoffgas, Wasser, ein wenig blauen Sublimats und Schwefelwasserstoffgas, zum Beweise, dafs es weder recht metallisch noch frei von Schwefelsäure war. Sogar das blaue Oxyd, welches man erhält, wenn man die Schwefelsäure in dem blauen Salze mit kohlensaurem Natron übersättigt, giebt, nachdem es gut ausgewaschen ist, Schwefelwasserstoffgas bei Reduction mit Wasserstoffgas.

Wenn Osmium, welches eine geringe Menge Schwefel enthält, in Sauerstoffgas erhitzt wird, so bekommt man, aufser dem weifsen Oxyde, ein blaues Sublimat, welches weit weniger flüchtig als das Bioxyd und fast unlöslich in Wasser ist. Diefs ist schwefelsaures blaues Osmiumoxyd. Wenn fein gepülvertes Osmium-Iridium mit saurem schwefelsaurem Kali in einem Destillationsgefäfse geglüht wird, so erhält man dasselbe blaue Sublimat; aber diefsmal enthält es so viel Säure, dafs es sich in Wasser löst.

Schwefelosmium.

Aus dem oben Angeführten hat man gesehen, welche besondere Verwandtschaft das Osmiumoxyd zur Schwefelsäure besitzt; eine eben so bestimmte und grofse Verwandtschaft hat das Metall zum Schwefel. Alle Auflösungen desselben, vom Bioxyde an bis zu den Chlorürdoppelsalzen, werden durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt. Die rosenrothen Lösungen werden indefs schwerer als die andern zersetzt, denn das Schwefelwasserstoffgas kann lange hindurchströmen, ehe sich ein Niederschlag zeigt; wenn man aber die Flüssigkeit, nachdem sie mit Schwefelwasserstoffgas gesättigt ist, in eine Flasche verschliefst und stehen läfst, so fällt endlich Schwefelosmium mit braungelber Farbe nieder. Wenn

Digitized by Google

das rothe Salz mit mehreren andern Salzen gemischt, und die Flüssigkeit sehr verdünnt ist, kann sie indefs, nach der Sättigung mit Schwefelwasserstoffgas, mehrere Wochen lang stehen, ohne dafs sie ihre rothe Farbe verliert. Das Schwefelwasserstoffgas läfst sich von ihr abdunsten, und das Salz durch Eintrocknung erhalten.

Die Auflösung des Bioxydes wird durch Schwefelwasserstoffgas sogleich vollständig und mit schwarzer, in's Braune neigender Farbe gefällt; allein der Niederschlag setzt sich nicht eher zu Boden, als bis man eine freie Säure hinzusetzt. Die Chlor-Doppelsalze, mit Schwefelwasserstoffgas gefällt, geben gelbbraune, dunkle Niederschläge, welche sich in Wasser etwas und mit gelber oder rothgelber Farbe, die ganz der des Schwefeliridiums gleicht, lösen. Diese Niederschläge können also niemals völlig ausgefällt werden. Das Schwefelosmium löst sich, wie das Schwefeliridium, beim Verdunsten auf, wenn die Flüssigkeit freie Salpetersäure enthält. Trocknes Schwefelosmium ist in kaustischen und kohlensauren Alkalien ganz unlöslich, und in feuchtem Zustande ist es in ihnen nicht löslicher, als im Wasser.

Wenn der durch Zersetzung des flüchtigen Oxyds erhaltene Niederschlag getrocknet, und in einem luftleeren Destillationsgefäfse erhitzt wird; so geht Schwefel fort, und bei einer gewissen Temperatur zeigt der Rückstand eine Feuererscheinung, wobei er decrepitirt, und grau und metallglänzend wird, ohne dafs die Barometerprobe eine Aenderung dabei erleidet. Wenn das, vom überschüssigen Schwefel durch gelindes Glühen befreite Osmium in Wasserstoffgas erhitzt wird, so geht Schwefelwasserstoffgas fort und es wird Osmium reducirt, aber sehr langsam. Das Osmium steht genau auf der Gränze zwischen einem noch reducirbaren Metall und einem, dem der Wasserstoff den Schwefel nicht mehr entzieht. Noch nachdem man es 3 bis 4 Stunden lang in Wasserstoffgas gelinde geglüht hat, zeigt das fortgehende Gas eine

Digitized by Google

Spur von Schwefelwasserstoffgas auf einem, mit Bleizukkerlösung getränktem Papier.

Ich reducirte eine sehr kleine Quantität von Schwefelosmium, das im luftleeren Raum geglüht worden war, mit Wasserstoffgas, und als sich sein Gewicht in der letzten halben Stunde beim Wiegen nicht merklich verändert fand, hielt ich es für reducirt. 0,144 Grm. hatten 0,041 Grm. Schwefel verloren und 0,103 Metall zurückgelassen. Diefs beweist also, dafs das Osmium im Glühen mehr als zwei Atome Schwefel zurückhalten kann, da das Resultat, so nahe als man nur erwarten kann, einer Verbindung von 2 Atomen Radical und 5 Atomen Schwefel, oder der Formel: $OsS^2 + OsS^3$ entspricht; denn $103 : 41 = 1244 : 495$, und $2\frac{1}{2}$ Atom Schwefel wiegen 502,90.

Das auf nassem Wege gefällte Schwefelosmium löst sich eben so leicht wie das Schwefeliridium in Salpetersäure auf. Ist das Schwefelmetall im Ueberschusse da, so bildet sich eine dunkle braungrüne Flüssigkeit, welche schwefelsaures, in Wasser und Alkohol leicht lösliches, Osmiumoxydul enthält, weder durch kaustische noch kohlensaure Alkalien gefällt wird, und mit diesen zu einer effloreſcirenden grünbraunen Masse eintrocknet, die an der Luft trocken bleibt. Mit Ammoniak gesättigt, zeigt sie dieselben Erscheinungen; wenn man aber die trockne Masse destillirt, so gehen Ammoniak, schwefligsaures Ammoniak und Wasser fort, und Schwefelosmium bleibt mit grauem Metallglanz zurück.

Behandelt man das Schwefelosmium mit Salpetersäure in Ueberschufs, und destillirt die Flüssigkeit, so enthält das Destillat flüchtiges Oxyd, und in der Retorte bleibt eine dunkle gelbbraune, syrupsdicke Masse, welche schwefelsaures Osmiumoxyd ist. Diefs löst sich in Wasser mit brandgelber Farbe, die der einer Auflösung des Platins in Königswasser gleicht. Die Lösung schmeckt zusammenziehend, weder sauer noch metallisch, röthet aber

Digitized by Google

Lackmuspapier stark. Sie wird von Alkalien gefällt, von schwefliger Säure etwas gebleicht, aber nicht blau gefärbt, und von Chlorbaryum, wie das schwefelsaure Platinoxyd und Iridiumoxyd, mit gelber Farbe niedergeschlagen. Dieſs Verhalten zeigt also, dafs es eine Classe von Sauerstoffsalzen giebt, welche man Osmiumoxydsalze nennen kann.

Die von mir angestellten Versuche geben sicherlich andere Begriffe vom Osmium, als man bisher von demselben gehabt hat; aber dennoch darf man sie nur als die ersten Umrisse zur Geschichte dieses und der übrigen Begleiter des Platins ansehen, einer Geschichte, deren Ausarbeitung eben so mühsam als langwierig ist.

5. Methode, die Platinerze zu zerlegen, und Zerlegung einiger derselben.

Zuvörderst sondert man die Körner mechanisch von einander, welche sich durch ihr Ansehen von den übrigen unterscheiden. Dann versucht man, ob der Magnet einige von ihnen ausziehe. Der Platinsand enthält, aufser den durch Osann darin entdeckten Flitterchen von gediegenem Eisen, oft metallische Verbindungen von Eisen und Platin, welche nicht nur vom Magnete angezogen werden, sondern sogar selbst Polarität besitzen. Diese haben eine andere Zusammensetzung als die unmagnetischen Körner. Man zieht sie mit den Magneten aus, und bestimmt ihre relative Menge.

Darauf behandelt man die Probe mit verdünnter Salzsäure. Der Zweck hiebei ist, sie von dem Ueberzug von Eisenoxyd, mit dem sie oft bekleidet sind, zu befreien, und das metallische Eisen aufzulösen. Dann wird die Menge des Eisens, welche auf diese Weise in der Probe gefunden ist, bestimmt.

Die Probe darf nicht geglüht werden, ohne dafs man sie nicht zuvor gewogen hat, denn sie bekleidet sich gewöhnlich dabei mit einer Haut von Eisenoxyd und nimmt

Digitized by Google

an Gewicht zu. Es ist hinreichend, sie auf einer heifsen Sandcapelle zu trocknen.

Der Plan zu der eigentlichen Analyse würde sich nach der Menge und Natur der Bestandtheile des Platinerzes richten; allein er bleibt für alle bis jetzt bekannten Platinerze, sowohl für die aus Asien, als für die aus America, derselbe, da sie alle dieselben Bestandtheile, nur in etwas veränderten Verhältnissen, enthalten. Diese Bestandtheile, nach ihrer relativen Menge geordnet, sind: Platin, Eisen, Iridium, Kupfer, Rhodium, Palladium und Osmium. Iridium und Osmium finden sich in den Platinerzen in zwei verschiedenen Zuständen, entweder als wirklich legirt mit den übrigen Metallen, oder nur eingeschmolzen in deren Masse als kleine Partikeln von Osmium-Iridium. Im ersten Falle lösen sie sich mit dem Platin auf; im letzteren bleiben sie ungelöst zurück, als glänzende weifse Flitterchen, die so zart und leicht sind, dafs sie auf der Haut ausgestrichen werden können. Wenn gröfsere Körner von Osmium-Iridium zurückbleiben, so ist diefs ein Beweis, dafs man sie nicht gehörig ausgelesen hat. Es kann bisweilen von Wichtigkeit seyn, ihre relative Menge zu bestimmen; diefs geschieht am besten dadurch, dafs man das Uebrige auflöst.

Man darf von der Probe keine zu grofse Quantität nehmen; 5 Gramm. sind schon zu viel, 2 Gramm. schienen mir am bequemsten. Indefs mufs man zuweilen, wenn es sich darum handelt, die Menge eines nur in sehr geringer Quantität darin befindlichen Bestandtheils mit aller Genauigkeit zu bestimmen, eine gröfsere Quantität auflösen, und dann alle übrigen Bestandtheile, aufser dem gesuchten, vernachläfsigen.

Ich bewerkstelligte die Lösung des gewogenen Metalls mittelst Königswasser in einer mit einer abgekühlten Vorlage versehenen Glasretorte. Die Säure, welche während des Auflösens überdestillirt, ist gelb; diefs rührt nicht blofs vom Chlor her, sondern auch von den Be-

Digitized by Google

standtheilen der Lösung, die während des Aufbrausens in einer feinen Wolke in die Höhe getrieben werden, und wegen des entweichenden Stickstoffoxydgases nicht wieder in die Retorte zurückfallen können; sogar Flitterchen von Osmium und Iridium findet man auf diese Weise übergeführt. Die Säure wird abdestillirt, bis die Flüssigkeit die Consistenz eines Syrups hat, und beim Erkalten gesteht. Die Salzmasse wird in möglichst wenigem Wasser gelöst, und die Lösung mit der gehörigen Vorsicht abgegossen. Der ungelöste Rückstand wird mit der übergegangenen Säure übergegossen, und mit derselben abermals destillirt. Hiebei löst sich gewöhnlich, was beim ersten Male ungelöst blieb. Die Flüssigkeit wird ebenfalls bis zur Syrupsconsistenz abdestillirt. Wenn das Destillat nicht farblos ist, mufs es nochmals umdestillirt werden. Es enthält gewöhnlich Osmiumoxyd, wovon dann bei den Umdestilliren etwas verloren geht; allein die Quantität desselben ist im Allgemeinen sehr gering.

Das farblose Destillat wird mit Wasser verdünnt, und gesättigt entweder mit kaustischem Ammoniak, oder, wenn man diefs zu kostbar finden sollte, mit Kalkhydrat; doch mufs die Säure etwas in Ueberschufs bleiben. Durch diese Sättigung wird beabsichtigt, dafs das Schwefelwasserstoffgas, mit welchem man hernach die Flüssigkeit fällt, nicht durch den Einflufs der Säuren zersetzt werde. Diese Fällung mufs in einer Flasche vorgenommen werden, welche zugepfropft werden kann und von der Flüssigkeit fast gefüllt wird. Sobald die Flüssigkeit freies Schwefelwasserstoffgas enthält, wird die Flasche zugepfropft und zum Klären hingestellt. Dazu sind bisweilen ein oder zwei Tage erforderlich. Das Klare wird mit einem Stechheber abgenommen und das Schwefelosmium auf ein gewogenes Filtrum gebracht, gewaschen, getrocknet und gewogen. Nach der Theorie sollten in dem so erhaltenen Schwefelosmium 60,6 Proc. Metall enthalten seyn; allein man erhält es nicht frei von überschüssigem Schwefel

Digitized by Google

und von Feuchtigkeit, auch oxydirt es sich etwas beim Trocknen. Nach einigen Versuchen mit gewogenen Quantitäten, habe ich gefunden, dafs dieses Schwefelosmium, so wie man es bei dem angeführten Versuche bekommt, 50 bis 52 Procent Osmium enthält. Gewöhnlich sind die Quantitäten des Osmiums so gering, dafs es von keinem Belange für die Analyse ist, ob man in der Berechnung des Osmiumgehalts dieses Präparats einen Fehler von ein Paar Procenten begeht.

Wir kommen nun auf die Metalllösung zurück. Es geschieht bisweilen, dafs nach der Auflösung der Salzmasse die Flüssigkeit nach Chlor riecht. Diefs rührt von der Zersetzung des Palladiumchlorids her. Die Lösung mufs dann so lange in Digestion gestellt werden, bis aller Geruch von Chlor verschwunden ist. Sollte dabei eine Trübung entstehen, so rührt diese von Palladiumoxyd her, das man dann auflösen mufs. Die Lösung filtrirt man durch ein gewogenes Filtrum, worauf die ungelösten Theile zurückbleiben. Diese bestehen aus Körnern von Osmium-Iridium, aus den erwähnten Flitterchen derselben Metallverbindung, aus Sandkörnern u. dgl, welche man vor der Analyse nicht entfernen konnte. Zuweilen erhält man überdiefs ein schwarzes, wie Kohle aussehendes Pulver, welches beim Waschen durch das Filtrirpapier gehen will. Diefs ist Iridiumoxyd. Man bekommt es hauptsächlich, wenn das Königswasser zu viel Salpetersäure enthält. Bei der Concentration der Salzlösung oxydirt sich nämlich das Iridium durch die Salpetersäure, und es geht Chlor fort. Daraus entsteht der Nachtheil, dem jetzt schwerlich abzuhelfen ist, dafs man das Iridium von dem Osmium-Iridium nicht abscheiden kann, weil sie in allen Flüssigkeiten unlöslich sind. Man mufs folglich vom Anfange an danach trachten, diesem Uebelstande zuvorzukommen.

Die filtrirte Lösung wird mit dem Doppelten ihres Volumens an Alkohol von 0,833 spec. Gew. vermischt,

Digitized by Google

wodurch sie ungefähr auf einen Alkoholgehalt von 60 Procenten ihres Volumens kommt. Nun setzt man eine concentrirte Lösung von Chlorkalium in Wasser hinzu, so lange als dadurch noch etwas gefällt wird. Der Niederschlag besteht aus Kalium-Chloridsalzen von Platin und Iridium, verunreinigt mit dem von Rhodium, und ein wenig von dem von Palladium, welche ungefähr auf gleiche Weise gefällt werden, wie überhaupt alle Krystalle etwas von den Salzen der Mutterlauge mitnehmen. Der Niederschlag ist schön citronengelb, wenn er von Iridium frei ist, besitzt aber alle Nüancen vom Roth, vom Brandgelb bis zur Zinnoberfarbe, wenn er Iridium enthält. Er wird auf ein Filtrum gebracht, und mit 60 procentigem Weingeist, dem eine geringe Menge von concentrirter Chlorkaliumlösung zugesetzt ist, ausgewaschen. Man wäscht ihn damit so lange, bis das Durchgehende nicht mehr von Schwefelwasserstoffgas gefällt wird.

Die analytischen Operationen zerfallen nun: *A*, in die Behandlung des gewaschenen Niederschlags, und *B*, in die der weingeistigen Flüssigkeit.

A. Das gewaschene Doppelsalz wird getrocknet und höchst genau mit einem gleichen Gewichte kohlensauren Natrons gemengt. Das Filtrum, mit dem, was nicht davon abgesondert werden kann, wird verbrannt, und die Asche, nachdem sie mit etwas kohlensaurem Natron vermischt worden, dem Uebrigen hinzugelegt. Das Ganze wird in einen Porcellantiegel gelegt und sehr gelinde erhitzt, bis die Masse durch und durch schwarz ist. Wenn dieser Versuch im Platintiegel angestellt wird, so setzt man sich der Gefahr aus, dafs, was sehr leicht geschieht, die Tiegelmasse durch die Einwirkung des Alkali's Chlorür mit dem Chloridsalze giebt, wodurch man in der Analyse einen unerwarteten Uberschufs bekommt.

Bei dieser Behandlung werden die Doppelsalze des Alkali's zerlegt, und das Platin, dessen Sauerstoff mit der Kohlensäure fortgeht, reducirt, während das Rhodium und

Digitized by Google

Iridium oxydirt zurückbleiben, in einem Zustande, welcher erlaubt, das Platin von ihnen durch Auflösen abzusondern. Wenn man statt dessen, wie gewöhnlich, die Fällung mit Salmiak bewirkt, so werden, bei Erhitzung des Niederschlags in einem Tiegel, sowohl das Rhodium, als auch das Iridium, neben dem Platin, reducirt, und bei nachheriger Behandlung mit Königswasser wieder gelöst.

Die erhitzte Salzmasse wird mit Wasser ausgelaugt. Wenn dadurch das meiste Salz fortgeschafft ist, wird verdünnte Salzsäure hinzugesetzt, um aus den Iridium- und Rhodium-Oxyden das darin enthaltene Alkali auszuziehen, worauf diese ausgewaschen, getrocknet und geglüht werden. Man kann das Filtrum verbrennen und die Asche desselben abrechnen; allein es ist dabei zu bemerken, dafs man dasselbe besonders verbrennen mufs, damit die Oxyde nicht von den aus dem Papier entwickelten brennbaren Gasen reducirt werden. Darauf wägt man die Masse.

Nachdem dieses geschehen ist, schmilzt man sie in einem Platintiegel, auf die schon beim Rhodium angegebene Weise, mit dem Fünf- bis Sechsfachen ihres Gewichts an saurem schwefelsauren Kali zusammen. Diefs wird einige Male wiederholt, oder so oft, als sich der Flufs noch färbt.

Die Menge des Rhodiums läfst sich auf zwei Weisen bestimmen. Entweder kann man das ungelöste Platin waschen, glühen und wägen, wo sich dann das aufgelöste Rhodiumoxyd, welches 71 Procent Metall enthält, aus dem Verluste ergiebt; oder man versetzt die Auflösung des sauren rhodiumhaltigen Salzes mit kohlensaurem Natron in Ueberschufs, trocknet die Flüssigkeit ein, und glüht das Salz in einem Platintiegel. Nach Auflösung desselben in Wasser bleibt das Rhodiumoxyd zurück, welches man nun auf ein Filtrum bringt, wäscht, mit dem Filtrum verbrennt, und durch Wasserstoffgas reducirt. Das erhaltene Metall wird dann gewogen. Am

besten

Digitized by Google

Kanzel in Lahr-Dinglingen, entstanden. Hier ist der barocke Predigtstuhl noch erhalten. Nicht selten wurden auch Kanzeln in Kirchen eingebaut, die schon vorher bestanden hatten. Ein Beispiel dafür ist die Kanzel in der Kirche von Ettenheimmünster, die 1766 in die Kirche eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Ettenheim, die 1769 eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Kippenheim, die 1770 eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Lahr, die 1771 eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Mahlberg, die 1772 eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Meißenheim, die 1773 eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Rust, die 1774 eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Schuttern, die 1775 eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Wyhl, die 1776 eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Zell am Harmersbach, die 1777 eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Zell-Weierbach, die 1778 eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Zell-Weierbach, die 1779 eingebaut wurde, die Kanzel in der Pfarrkirche von Zell-Weierbach, die

wird reducirt, und das Metall zu dem früheren addirt. Um nun das Gewicht des Platins zu erhalten, hat man von dem gemeinschaftlichen Gewicht des Platins, Rhodiumoxyds und Iridiumoxyds das Gewicht des Rhodiumoxyds abzuziehen. Dann mufs man zu dem erhaltenen Iridiummetall 12 Procent seines Gewichts addiren, um das Gewicht des Iridiumoxyds zu bekommen, welches man nun von dem noch übrigen Gewicht des Platins abzieht. Das Platin aus seinen Lösungen zu reduciren und sein Gewicht zu bestimmen, würde die Operationen nur verlängern, ohne die Genauigkeit zu erhöhen.

B. Behandlung der weingeistigen Flüssigkeit. Man gieſst diese Flüssigkeit in eine Flasche mit eingeriebenem Stöpsel, und leitet Schwefelwasserstoffgas in dieselbe, bis sie damit gesättigt ist. Man verschliefst alsdann die Flasche und läfst sie 12 Stunden lang an einem warmen Orte stehen, worauf alle Schwefelmetalle niedergeschlagen seyn werden. Zuweilen ist dann die Flüssigkeit roth, entweder von Rhodium, oder von Iridium-Sesquichlorid. Die Flüssigkeit wird filtrirt und der Alkohol abgedunstet, wobei sich noch mehr Schwefelmetall absetzt, welches man dem vorher erhaltenen hinzufügt. Es besteht aus Schwefeliridium, Schwefelrhodium, Schwefelpalladium und Schwefelkupfer, während die durchgegangene Flüssigkeit Eisen, ein wenig Iridium und Rhodium, nebst einer Spur von Mangan enthält. Bei der Verdunstung des Alkohols setzt sich in dem Gefäfse ein gleichsam fettes, übelriechendes Schwefelmetall ab, welches man nicht fortspülen kann. Nachdem die Lösung gänzlich von demselben abgespült worden ist, gieſst man etwas kaustisches Ammoniak in die Schale, wodurch es gelöst wird. Die Lösung wird n[illegible] einen Platintiegel gegossen und zur Trockne v[illegible] dann legt man die feuchten Schwefelmetalle darauf, und röstet sie im Tiegel, so lange noch etwas schweflige Säure gebildet wird. Nach beendigter Röstung übergieſst man die Masse mit concentrirter Salz-

Digitized by Google

säure, welche sich grün oder gelblichgrün färbt, indem sie basisch schwefelsaures Kupferoxyd und basisch schwefelsaures Palladiumoxyd auflöst. Rhodium- und Iridiumoxyde, nebst etwas Platin, bleiben ungelöst.

Die Lösung in Salzsäure wird mit Chlorkalium und Salpetersäure versetzt, und darauf zur Trockne verdunstet; man bekommt dadurch eine dunkle Salzmasse, welche Chlorkalium, Kalium-Kupferchlorid und Kalium-Palladiumchlorid enthält. Die beiden ersten dieser Salze, welche in Alkohol von 0,833 spec. Gewicht löslich sind, werden durch denselben ausgezogen; das Palladiumsalz aber, welches dabei ungelöst bleibt, wird auf ein gewogenes Filtrum gebracht und mit Alkohol gewaschen. Es enthält 28,84 Procent Palladium. Man kann die Salzmasse auch in siedendheifsem Wasser auflösen, mit Cyanquecksilber fällen, und auf diese Weise den Palladiumgehalt bestimmen; allein diese Methode ist umständlicher. Sie verdient indefs den Vorzug, wenn man zu viel Chlorkalium durch den Alkohol auszuziehen hat.

Die weingeistige Lösung des Kupfersalzes enthält eine Spur von Palladium, welche indefs ganz vernachlässigt werden kann. Die Lösung wird zur Verjagung des Alkohols verdunstet, und das Kupfer entweder mit kaustischem Kali, oder, nach einen Zusatz von Schwefelsäure, mit Eisen gefällt. Will man das Palladium von diesem Kupfer ausziehen, so löst man es in Salpetersäure, neutralisirt die Lösung, und vermischt sie mit Quecksilbercyanid, wodurch zuweilen ein äufserst geringer Niederschlag von kupferhaltigem Cyanpalladium entsteht, welchen man abfiltrirt, mit dem Filtrum verbrennt, und auf diese Weise seinem Gewichte nach bestimmt. Gewöhnlich ist seine Menge so gering, dafs er nicht gewogen werden kann.

Bevor ich mit dem Kalium-Palladium-Chlorid bekannt geworden war, versuchte ich, das Palladium durch Quecksilbercyanid zu fällen; allein ich fand, dafs man

Digitized by Google

dadurch, aus einer kupferhaltigen Palladiumlösung, einen grünlichen Niederschlag bekommt, welcher beim Trocknen dunkel wird und Kupfer enthält. Ich wufste nun keinen andern Ausweg, als dafs ich die Metalle mit Schwefelsäure verband, die Lösung zur Trockne brachte, und das Salz eine Weile gelinde glühte, wodurch das Palladiumsalz in ein basisches verwandelt wurde, das in Wasser unlöslich ist.

Aber diese Operation erfordert viele Vorsicht, damit nicht entweder das Kupfersalz durch eine zu starke Hitze zersetzt wird, oder das Palladiumsalz durch eine zu geringe unzersetzt bleibt.

Die gerösteten Schwefelmetalle, welche von der Salzsäure nicht gelöst wurden, werden mit saurem schwefelsauren Kali zusammengeschmolzen, so oft als dieses sich noch färbt. Sie enthalten weit mehr Rhodium wie das zu Anfange der Analyse gefällte Kalium-Platin-Chlorid, und mit ihnen wird eben so verfahren, wie dort angegeben ist, auch in Bezug auf einen Hinterhalt vom Palladium, welcher hier gewöhnlich ist. Die mit saurem schwefelsauren Kali ausgezogene Masse wird mit Königswasser behandelt, welches ein wenig Platin löst und Iridiumoxyd zurückläfst.

Die eingekochte Flüssigkeit, aus welcher die Schwefelmetalle gefällt wurden, enthält nur Eisen, in Form des Chlorürsalzes, eine geringe Menge Iridium und Rhodium, nebst einer Spur von Mangan. Sie wird mit einer hinreichenden Menge Salpetersäure versetzt und bis zur vollständigen Oxydation des Eisens aufgekocht, worauf man das Eisenoxyd mit kaustischem Ammoniak niederschlägt, wäscht, glüht und wägt. Dieses Eisenoxyd enthält Iridium und Rhodium, beide in einem solchen Zustande, dafs sie mit dem Eisenoxyde von Salzsäure gelöst werden. Bei dieser Auflösung bleibt, in Folge der Zersetzung eines kieselhaltigen Minerals, von dem das Platinerz einige Körner enthält, etwas Kieselerde ungelöst zurück, doch

Digitized by Google

gewöhnlich in zu geringer Menge, um in Rechnung gezogen werden zu dürfen. Das Eisenoxyd wird durch Wasserstoffgas reducirt, und das Metall in Salzsäure, die man zuletzt erwärmt, aufgelöst. Es bleibt alsdann eine geringe Menge eines schwarzen Pulvers ungelöst zurück. Dieses enthält die Metalle in einem noch nicht recht ausgemittelten Zustand, weil es bei einer äufserst geringen Hitze mit einer Feuererscheinung decrepitirt. In einem bedeckten Gefäfse giebt es viel Wasser, aber keine Feuererscheinung. Nach dem Brennen an offner Luft wird es gewogen, und es hat nun denselben Oxydationsgrad wie im Eisenoxyd. Man zieht hierauf sein Gewicht von dem des Eisenoxyds ab, und berechnet aus dem Gewicht des letzteren das des Eisens.

Die mit kaustischem Ammoniak gefällte Flüssigkeit enthält noch Iridium und Rhodium. Sie wird, nachdem sie zur Zersetzung der Ammoniaksalze mit der hinreichenden Menge von kohlensaurem Natron versetzt ist, zur Trockne abgedunstet, und der Rückstand bis zum gelinden Glühen erhitzt. Darauf löst man das Salz in Wasser, wobei die Metalloxyde ungelöst zurückbleiben. Erhitzt man den Rückstand zu stark, so wird die Salzlösung gelb, und sie enthält etwas von den Oxyden aufgelöst. Diesem Uebelstande ist indefs durch eine mäfsige Hitze zuvorzukommen. Die Quantität des Mangans in den Metalloxyden ist kaum gröfser als zu seiner Erkennung erforderlich ist, und bei einer Probe von 2 Gramm. durchaus unwägbar. Sie wird aus den gewaschenen Oxyden mit Salzsäure ausgezogen.

Um die gar zu grofse Menge von kleinen Operationen zu umgehen, hebe ich die Oxyde von Rhodium und Iridium, welche aus dem Eisenoxyde und der Salzmasse erhalten werden, bis zur Behandlung der Schwefelmetalle mit saurem schwefelsauren Kali auf, wo ich sie dann diesen hinzufüge und mit ihnen analysire.

Digitized by Google

Analyse des Platinerzes von Nischne Tagilsk und Goroblagodat am Ural.

1) *Nischne Tagilsk.* Dieses Platinerz hat eine sehr dunkelgraue Farbe und enthält sehr viele magnetische Körner, welche zum Theil polarisch sind, und die gröfseren in dem Grade, dafs sie kleine Stücke von Stahldraht heben. Ich habe die magnetischen und die unmagnetischen Körner für sich analysirt. Die Resultate mehrerer Analysen sind zwar nicht absolut gleich, aber doch so wenig verschieden ausgefallen, dafs sich deutlich daraus ergiebt, dafs sowohl die unmagnetischen, als auch die magnetischen Körner eine besondere und constante Zusammensetzung besitzen. Ich werde von jeder Analyse nur eine anführen, und diejenige auswählen, welche ich für die zuverlässigste halte.

	Unmagnetische Körner.	Magnetische Körner.
Platin	78,94	73,58
Iridium	4,97	2,35
Rhodium	0,86	1,15
Palladium	0,28	0,30
Eisen	11,04	12,98
Kupfer	0,70	5,20
Osmium-Iridium, in Körnern	1,00	
- - in Flitterchen	0,96	
Ungelöstes		2,30 *)
	98,75	97,86

2) *Goroblagodat.* Diefs Erz ist ganz unmagnetisch, und noch dadurch merkwürdig, dafs es ganz frei von Iridium ist. Doch mufs ich bemerken, dafs ich in einer Probe eine Spur davon gefunden habe, so dafs hier und da, aber sparsam, wohl iridiumhaltige Körner vorkommen mögen.

*) Gemenge von Osmium-Iridium in Körnern und Flitterchen, nebst Sandkörnern.

Digitized by Google

Platin	86,50
Rhodium	1,15
Palladium	1,10
Kupfer	0,45
Eisen	8,32
Osmium-Iridium	1,40
	98,92.

Bei allen diesen drei Analysen besteht ein Theil des Verlustes aus Osmium, das bei der Lösung mit der Säure überdestillirte. Die Quantität desselben glaubte ich aber bei Anstellung dieser Analysen nur approximativ bestimmen zu dürfen, weil die in dem Vorgehenden über dieses Metall angeführten Versuche den letzten Theil meiner Arbeit ausmachten.

Analyse des Platinerzes von Barbacoas, in der columbischen Provinz Antioquia.

Dieses Platinerz besteht aus sehr grofsen, oft wohl einen Gramm wiegenden Körnern, die mit kleineren in geringer Menge vermischt sind. Für die gröfseren Körner habe ich folgende Zusammensetzung gefunden:

Platin	84,30
Rhodium	3,46
Iridium	1,46
Palladium	1,06
Osmium	1,03
Kupfer	0,74
Eisen	5,31
Quarz	0,60
Kalk	0,12
	98,08.

Digitized by Google

II. *Bemerkungen über die Lagerstätte des Platins am Ural.*

Die merkwürdige Entdeckung von Gold und Platin führenden Alluvionen, die am Rande des uralischen Erzgebirges eine Längen-Erstreckung von fast 10 vollen Breitengraden einnehmen, hat bekanntlich seit wenigen Jahren erst die Aufmerksamkeit des gebildeten Europa in Anspruch genommen. Wir sehen dadurch Rufsland unerwartet schnell in die Reihe der Länder eintreten, deren jährliche Productionen an edeln Metallen einen wesentlichen Einflufs auf das im Welt-Verkehr befindliche Capital ausüben, und die Hoffnungen, welche sich gleich beim Anfange dieser Entdeckungen aussprachen, dafs an den Gränzen von Europa und Asien sich ein neues Peru eröffnen werde, sind durch den Erfolg in hohem Grade übertroffen worden *).

*) Alex. von Humboldt hat bereits in der neuen Ausgabe seines classischen *Essai politique sur la nouvelle Espagne*, *III. p.* 447. *sq.*, die Wichtigkeit der so schnell vermehrten Goldgewinnung Rufslands für die grofsen Interessen der Staats-Oeconomie zum Gegenstande einer sehr gehaltreichen Betrachtung erhoben, auf welche wir hiebei die Aufmerksamkeit der Leser hinzulenken nicht unterlassen können. Es ergiebt sich daraus, dafs die am Ural so plötzlich aufgeschlossenen Schätze das im grofsen Umlauf befindliche Gold-Quantum nicht wesentlich verändert, sondern dafs sie vielmehr auf eine merkwürdige Weise dazu beigetragen haben, das mit unglaublicher Schnelligkeit in der neuesten Zeit fortgeschrittene Sinken der Gold-Production von Brasilien weniger fühlbar zu machen, und die daraus entstandene Verringerung des Gold-Zuflusses aus America der Aufmerksamkeit der politischen Schriftsteller zu entziehn.

Nach den von Hrn. von Humboldt aus den besten Quellen abgeleiteten Werthen erzeugte Brasilien nämlich noch in den Jahren von 1752—61, zur Zeit der höchsten Blüthe dieser Gewinnung, jährlich vielleicht gegen 12000 Kilogr. Goldes (etwa $8\frac{1}{4}$ Millionen Thaler an Werth), wozu die Capitania Minas

Digitized by Google

Indefs auch für die Erweiterung unserer naturwissenschaftlichen Kenntnisse ist dieses wichtige Ereignifs von wesentlichem Einflufs gewesen. Schon war es im Allgemeinen für die Geschichte der Erdrinde von Wichtigkeit, und bisher ohne Beispiel, so beträchtliche Ansammlungen von edeln Metallen in so weit von der Aequatorial-Zone entfernten Breiten zu finden. Die vorherge-

Geraes allein zwischen 6400 und 8600 Kilogr. lieferte, wovon der quinto der Regierung erhoben worden war. Bereits in dem Decennium von 1785—94 war dieses Quantum in Minas Geraes bis auf 3285 Kilogr. jährliche mittlere Gewinnung herabgesunken, und in den Jahren 1818—20 betrug der quinto dort nicht mehr als 6 arrobas (87,0 Kilogr., mithin die ganze Gewinnung 437 Kilogr.) jährlich; ja im Jahr 1821 zog man, aller Vorsicht ungeachtet, nicht mehr als 333 Kilogr. (23 arrobas) aus den dortigen Goldwäschen.

Wie sehr diese Gewinnung mit der Goldmenge, welche das vormals spanische America noch kurz vor dem Ausbruche der bürgerlichen Unruhen lieferte, im Mifsverhältnifs steht, ergiebt sich aus folgender Uebersicht. Es gaben jährlich:

Neu-Granada	4700	Kilogr.
Chili	2800	-
Mexico	1600	-
Peru	800	-
Buenos-Ayres	500	-
Summa	10400	Kilogr.

Dagegen erzeugte Rufsland zu derselben Zeit, nach der Darstellung des Hrn. von Humboldt, jährlich etwa 656 Kilogr. Goldes, wovon etwa die Hälfte, nach der Angabe von Herrmann, auf die damaligen Goldbergwerke am Ural gerechnet werden darf. Nach der Entdeckung des Goldreichthums jener Gegenden indefs (im J. 1814) war die jährliche Production am Ural allein bereits im J. 1824 auf 4700 Kilogr. Goldes gestiegen, und man darf gegenwärtig wohl ohne wesentlichen Irrthum die jährliche Goldgewinnung im russischen Reiche auf 5300 Kilogrammen (3,360,200 Piaster an Werth) annehmen, d. h. fast um $\frac{1}{9}$ mehr als in den günstigsten Zeiten die Goldwäschen der heutigen Republik Columbia lieferten, und nahe das Siebenfache der vormaligen Gewinnung von Peru. In der That ein erstaunenswürdiges Verhältnifs! —

Digitized by Google

henden Blätter dieser Annalen enthalten eine zahlreiche Reihe neuer Thatsachen über die chemischen Eigenschaften der eigenthümlichen metallischen Substanzen, welche das Platin mit so merkwürdiger Beharrlichkeit an allen seine bisher bekannt gewordenen Fundorten begleiten, und welche wir am Ural gegenwärtig zum ersten Male im Gebiete der alten Welt kennen gelernt haben. Um so mehr ist es erfreulich hier unmittelbar noch die wesentlichen Resultate einer neuen geognostischen Forschung in jenem Lande hinzufügen zu können, welche wir dem Fleifs und der Thätigkeit des rühmlichst bekannten Geognosten, Hrn. Professor Moritz von Engelhardt, verdanken, der sie so eben in einer gehaltreichen kleinen Schrift, die das Ergebnifs seiner letzten (vom Juli bis in den September 1827), in Auftrage der Regierung unternommenen Reise ist, der Oeffentlichkeit übergeben hat *).

Herr von Engelhardt besuchte auf dieser Reise zunächst nur den metallreichsten Theil der uralischen Gebirgskette, nördlich und südlich von Catharinenburg. Die äufsersten Punkte, welche wir in seinem Berichte erwähnt finden, sind in S. die Kupferhütte Mjask, in dem Bergamts-Bezirke von Slatoust, und in N. die Eisenwerke von Nishne Turinsk, in der Nähe der Stadt Werchoturie; eine Entfernung von ungefähr 50 geographischen Meilen (350 Werst), auf welcher ohnedies schon zusammenhängende Beobachtungen über die Verbreitung und Lagerungsverhältnisse der Gebirgsarten anzustellen unmöglich war.

Schon aus den Nachrichten, welche Hr. N. Mamyschev von der Entdeckung des Platin in Sibirien gegeben **), geht hervor, dafs die Anhäufungen des Sandes,

*) Diese Schrift führt den Titel: Die Lagerstätte des Goldes und des Platins im Ural-Gebirge. Untersuchungen von M. v. Engelhardt. Riga 1828, und ist ein amtlicher Bericht, dem russischen Finanzminister Herrn Georg von Cancrin gewidmet.

**) Leonhard, mineral. Taschenbuch, XXI. 2. p. 277. — 1827.

Digitized by Google

in welchem dasselbe sich in bemerkenswerther Quantität findet, sich vorzügsweise auf den nördlichsten Theil dieser angegebenen Erstreckung beschränken, und so fand es auch Hr. von Engelhardt. Von der goldreichen Umgebung von Beresowsk bei Catharinenburg, welche gleichsam den Mittelpunkt der erzreichsten Reviere dieser Gegend bildet, scheint gegen N. der Goldgehalt in den aufgeschwemmten Lagern immer mehr und mehr abzunehmen. Dort stellt sich das Platin, als Begleiter des Goldes, zuerst in den Werken von Newjansk ein. Häufiger noch enthalten es die Wäschen von Nishne-Tagilsk, und endlich, wie es scheint ohne alle Begleitung vom Golde, die am nördlichsten gelegenen von Nishne-Turinsk. Nur an einem einzigen Orte südlich von Catharinenburg, zu Kyschtym, finden wir das Platin mit dem vorherrschenden Golde erwähnt, das am südlichsten unter den genannten Punkten zu Mjask, wie zu Beresowsk ohne Platin vorkommt.

Eine sorgfältige Untersuchung der Trümmer- und Geröllmassen, welche die erzhaltigen Schichten an allen diesen Punkten bilden, lehrte Hrn. von E. sehr bald, dafs höchst wahrscheinlich die ursprüngliche Lagerstätte derselben in den unmittelbar dabei anstehenden Gebirgsarten der Umgebung gesucht werden müsse. Von dem Vorkommen des Goldes war dasselbe ohnedieſs schon vorher sehr wahrscheinlich gewesen. Denn schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts *) war bekanntlich in jenen Gegenden ein, wenn auch wenig ausgedehnter, so doch fortwährend ergiebiger Goldbergbau auf Gängen im Schiefer-Gebirge betrieben, und Hrn. v. Engelhardt's Beobachtungen lehren, dafs weder in der Beschaffenheit des auf den Seifenwerken gewonnenen Goldes **) selbst,

*) Seit 1754. Vergl. Herrmann, Versuch einer mineral. Beschreib. des uralischen Erzgeb. II. p. 128.

**) Vergl. l. c. p. 7. sq. Es bezieht sich dieſs insbesondere darauf, dafs man geglaubt hatte, in dem Silbergehalte des Wasch-

Digitized by Google

noch in der Natur der dasselbe begleitenden Gebirgsarten sich irgend eine Abweichung von denselben Verhältnissen auf der ursprünglichen Lagerstätte bemerken lasse.

Wichtiger indefs war es, dieselbe Anwendung von den Beobachtungen in den erzhaltigen Geröllen auch auf die Lagerstätte des Platin zu machen, eines Metalles, dessen ursprüngliche Lagerstätte überhaupt erst kaum aufgefunden worden, und dessen Vorkommen ausschliefslich im aufgeschwemmten Lande bisher allgemeine Regel zu seyn schien. Die Beobachtungen, welche Herr v. E. deshalb anstellte, liefsen ihn zunächst dabei stehn bleiben, dafs alle die Gerölle und Grandlager, welche Platina führen, beständig vorherrschend von den Trümmern ein und derselben Gebirgsart gebildet werden. Schon die HH. Fuchs und Simoinoff, Erdmann, Mamyschev, Menge*) u. a. hatten eines sehr häufig hier vorkommenden Grünsteines erwähnt, dessen mitunter ansehnlich grofse Blöcke auf eine nur geringe Entfernung seines Fundortes als anstehender Gebirgsart schliefsen lassen. Hr. v. E. zeigte überdiefs, dafs alle die von ihm besuchten Platin-Sandgruben entweder im Gebiete einer ausgedehnten Formation von ringsum anstehenden Grünsteinen, Porphyren und Syeniten selbst, oder doch sehr nahe dabei liegen, und dafs, im Falle die Platin führenden Alluvionen auf andern Gebirgsarten ruhen, die Bruchstücke von diesen doch nur untergeordnet und nicht wesentlich an der Zusammensetzung derselben Theil nehmen.

goldes und in dem des aus den Bergwerken gewonnenen eine constante Verschiedenheit zu finden (siehe Erdmann, Beiträge zur Kenntnifs des Innern von Rufsl. II. 2. p. 130.), wogegen Hr. v. Engelhardt bemerkt, dafs sich bei beiden Arten des Vorkommens oft in verschiedenen Theilen ein und desselben Stückes schon Verschiedenheiten in dieser Mischung zeigen

*) Dessen Briefe in Leonh. mineral. Taschenbuch, XX. 2. p. 245 bis 254. und 508 bis 513. — 1826.

Digitized by Google

So entblöfsen namentlich die Platin-Sandgruben im Thale des Bächleins Suchoi-Wissi (52 Werst südlich von Nishne-Tagilsk) sehr frische Schichten von Chlorit- und Talk-Schiefer, welche in einander übergehn, mit Lagen eines quarzigen Feldspathgesteines wechselnd, und von Quarzgängen durchschnitten. Die zerbrochenen Ausgehenden ihrer steil gegen SO. fallenden Schichten aber sind von rundlichen Blöcken eines Grünstein-Porphyr, eines syenitischen und serpentinartigen Gesteines bedeckt. Das Platin selbst findet sich in losen Körnern nebst wenigem Golde, vielen sehr kleinen Magneteisenoctaëdern und feinen Quarzkörnern in der Trümmerlage, so wie in den Schichtungsklüften der aufrechtstehenden Schieferplatten. »Es ist unverkennbar,« so fährt Herr von E. (p. 27.) bei der Beschreibung dieses Vorkommens fort, »dafs das Platin, das Magneteisen, der Quarz mit einander ein und derselben Gebirgsart angehörten und erst durch deren Zerfallen sich trennten, aber welche Felsart diefs war, läfst sich mit Bestimmtheit nicht ausmitteln. Den Schiefern des Thalgrundes und Flufsbettes scheinen sie nicht beigemengt gewesen zu seyn, denn da des Magneteisensandes so sehr viel ist, müfsten dessen kleine Krystalle sich doch irgendwo in den hier anstehenden Felsen inneliegend finden, was mir ungeachtet einer sorgfältigen Untersuchung der Chlorit- und Talk-Schiefer und ihrer Quarzgänge nicht glückte u. s. w.«

Ganz ähnlich fand Hr. von E. dieselben Verhältnisse weiter nördlich bei Nishne-Turinsk. Auf dem Wege von Tagilsk über Kuschwa dorthin sah er als herrschende Felsarten Grünstein-Porphyr, ein Gestein, das er kuglichten Feldspath-Felsit nennt, sogenannten Hornstein-Porphyr, Syenit-Porphyr, der in Granit-Syenit übergeht, und ein poröses Gestein von röthlicher und grünlicher Masse, in unbestimmbarer Lage durch einander. Ihnen untergeordnet erscheinen Granat- und Strahlstein-Lager mit Kupferkies und Kupfergrün, Magneteisen in beträchtlichen Mas-

Digitized by Google

wir darin einen höchst überraschenden Beweis von der Gleichartigkeit, mit welcher in den Gebirgs-Formationen, welche die Erdrinde zusammensetzen, unter analogen Verhältnissen stets auch dieselben Erscheinungen wiederkehren. Die Uebereinstimmung aller, selbst der scheinbar geringfügigsten Umstände, unter welchen das Platin in beiden Welttheilen gebildet worden, ist in der That höchst bemerkenswerth. Doch sind die früher von Boussingault über diesen Gegenstand durch Vermittelung von Alex. von Humboldt mitgetheilten Nachrichten noch zu neu, und haben so sehr das allgemeine Interesse in Anspruch genommen, als dafs es nöthig wäre, sie hier noch ausführlicher in's Gedächtnifs zu rufen.

Allerdings zeigt sich in so weit eine bereits von Herrn. von E. hervorgehobene Verschiedenheit in den Beobachtungen beider Naturforscher, als der erstere das americanische Platin nur in gangartig von syenitischem Grünstein umschlossenen Brauneisensteinmassen antraf, der letztere dagegen das uralische als unmittelbaren Gemengtheil derselben Gebirgsarten. Indefs ist doch in der That diese beobachtete Abweichung wohl nur scheinbar. Die syenitischen Bildungen und die Grünsteine gehören, wie Alex. v. Humboldt bereits umfassend dargethan hat *), in allen Theilen der Erde ein und derselben grofsen Formation an, deren Trennung in zwei Haupt-Gruppen, welche in der Periode des Uebergangsgebirges gebildet wurden, vielleicht selbst noch zweifelhaft erscheint. Es sind völlig dieselben Reihen von Gesteins-Abänderungen, welche Herr von E. am Ural beschrieben hat, aus denen im Gebiete von Mexico zum Theil ein so aufserordentlicher Reichthum von edeln Metallen gewonnen wird, eben dieselben welche die Reichthümer der Gruben von Schemnitz einschliefsen, und welche von Beudant (*Voyage en Hongrie*, *I. p.* 271.) unter der Benennung: *Ter-*

*) *Essai géognostique*, *p.* 166. *et suiv.*

Digitized by Google

Terrain de Syenite et de Grünstein porphyrique zusammengefafst wurden. Es scheint daher die Ansicht sehr nahe zu liegen, dafs die selbst in gangähnlichen Massen ausgeschiedenen metallischen Substanzen der Bildung dieser Gesteine wesentlich angehören und gleichzeitig mit ihnen aus dem Schiefergebirge hervorgetreten sind.

Ganz dieselben Erscheinungen sind es wenigstens, welche wir in Beziehung auf den fast immer wiederkehrenden Eisensteingehalt bei den Grünsteinmassen finden, welche so häufig in den Schiefergebirgen von Deutschland, namentlich am Fichtelgebirge (Gegend von Steben) und am Harze (Gegend von Altenau, Lerbach, Tilkerode u. s. w.) vorkommen. Oft ist dort die Grünsteinmasse selbst ein wahrer Eisenstein, und an der gleichzeitigen Bildung beider nicht zu zweifeln, oft dagegen bildet derselbe Eisenstein zugleich gangartige Trümmer im Grünstein, und setzt aus diesem selbst in den benachbarten Thonschiefer, Grauwacke oder Kalkstein über. Titaneisen und Magneteisen in Körnern und Trümmern von gang-ähnlicher Natur finden sich bekanntlich in sehr vielen Grünsteinen unserer Uebergangsgebirge mehr oder minder häufig. Erst neuerlich ist bekanntlich in Gangtrümmern, die mit den Eisensteinmassen der Grünsteine in Beziehung stehn, von Hrn. Zinken am Harze das Daseyn des *Goldes* erwiesen worden *). Es verdient daher wohl die Aufmerksamkeit der Geognosten auch in den Grünsteinen und Grünporphyren unserer Schiefergebirge nach dem vielleicht bisher nur übersehenen Vorkommen des Platins zu forschen.

F. H.

*) Vergl. diese Annalen. Bd. 2. S. 418. und Bd. 3. S. 271.

Digitized by Google

III. *Wirkung des Goldes auf Silber in gewöhnlicher Temperatur.*

In einer Abhandlung über das Messen hoher Temperaturen, welche Hr. Prinsep, Wardein an der Münze zu Benares, der Königl. Gesellschaft zu London eingesandt hat, findet sich, nach einem Berichte in den *Annals of Philosoph. etc. T. III. p.* 129., eine Angabe, die, wenn man sie als richtig ansehen darf, ein merkwürdiges Beispiel von gegenseitiger Wirkung zwischen Körpern im starren Zustande abgeben würde. Es wird nämlich daselbst gesagt, dafs an einer Feder, die aus zwei, ohne Zwischenmittel, mit einander vereinigten Streifen von ursprünglich reinem Silber und Gold bestand, die Oberfläche des Goldes, nach Verlaufe zweier Jahre, innerhalb welcher die Feder keiner sehr hohen Temperatur ausgesetzt gewesen sey, sich in eine Silberlegirung verwandelt und die Impregnation mit Silber sich in dem Golde bis zu einer beträchtlichen Tiefe erstreckt habe, wodurch dann die Empfindlichkeit des Instruments für Temperaturveränderungen zerstört worden sey. — Auf welche Art die beiden Metalle vereinigt waren, und ob, wenn die Vereinigung durch unmittelbare Löthung geschah, dieser Procefs nicht schon theilweise jenen Zustand herbeiführte, ist in dem Berichte nicht gesagt.

Hr. Prinsep schlägt übrigens zum Messen hoher Temperaturen, die Schmelzpunkte von Silber, Gold und Platin vor, als drei feste Punkte, aus denen sich die zwischenliegenden durch die Schmelzpunkte von Legirungen dieser drei Metalle bestimmen lassen. Den Schmelzpunkt des Silbers nimmt er zu 0° an, den des Goldes zu 10° und den des Platins zu 100°; für jeden Grad über 0° setzt er dem Silber 10 Proc. Gold, und für jeden Grad über 10°, dem Golde 1 Proc. Platin zu. Den Schmelzpunkt des Silbers hat er überdiefs durch Beobachtungen mittelst eines Lufthermometers mit der gewöhnlichen Thermometerscale in Beziehung zu setzen gesucht.

Digitized by Google

IV. *Ueber das Beryllium und Yttrium; von F. Wöhler.*

Die Radicale der Beryllerde und Yttererde sind bis jetzt noch ganz unbekannt gewesen. Ich habe ihre Abscheidung auf dieselbe Weise, wie die des Aluminiums versucht, nämlich durch Reduction ihrer Chlorverbindungen vermittelst Kalium, und eben so leicht, wie bei jenem, ist es mir geglückt, diese Metalle in isolirtem Zustande zu erhalten. Beide oxydiren sich eben so wenig in Wasser, wie das Aluminium, und haben überhaupt, wie man aus der Aehnlichkeit ihrer Oxyde voraussehen konnte, in ihrem chemischen Verhalten die gröfste Aehnlichkeit mit diesem.

Beryllium.

Die zu diesen Versuchen gebrauchte Beryllerde ist von mir selbst aus Beryll bereitet worden, und war in kohlensaurem Ammoniak aufgelöst. Sie wurde mit Kohle innig gemengt und in einem Strom von getrocknetem Chlorgas geglüht. Das Chlorberyllium ist auf diese Art zuerst von H. Rose dargestellt worden *). Ich erhielt es in glänzend weifsen Nadeln sublimirt, die zum Theil dicht verwebt, die halbzollweite Glasröhre, die durch eine Porcellanröhre gelegt war, ausfüllten, zum Theil zu einer soliden Masse zusammengeschmolzen waren. Es ist leicht sublimirbar, und zerfliefst in der Luft sehr schnell. In Wasser löst es sich mit starker Erhitzung auf.

Um aus dem Chlorberyllium das Beryllium zu reduciren, legt man es in einen Platintiegel schichtweise mit platt gedrückten Kugeln von Kalium, bindet dann den Deckel mit einem Drahte fest auf und erwärmt über

*) Diese Annalen, Bd. IX. S. 39.

Digitized by Google

einer Spirituslampe. Die Reduction geht dann in einem Augenblick und mit so heftiger Feuerentwickelung vor sich, dafs der Tiegel weifsglühend wird. Man läfst ihn völlig erkalten und wirft ihn, nachdem man den Deckel abgenommen hat, in ein grofses Glas voll Wasser. Die geschmolzene graue Masse aus Chlorkalium und Beryllium löst sich, unter schwacher Entwicklung eines übelriechenden Wasserstoffgases auf, und das Beryllium scheidet sich als ein schwarzgraues Pulver ab, welches man abfiltrirt, auswäscht und trocknet.

Das Beryllium bildet in diesem Zustand ein dunkelgraues Pulver, welches ganz das Ansehen eines in fein zertheiltem Zustand gefällten Metalles hat. Unter dem Polirstahl nimmt es einen dunkelen Metallglanz an. Da es bei der heftigen Hitze, womit es reducirt wird, keine Art von Zusammenhang annimmt, so kann man vermuthen, dafs es sehr schwerflüssig seyn wird. Bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt es sich weder an der Luft noch in Wasser, auch wenn dieses kochend ist.

In der Luft auf einem Platinblech erhitzt, entzündet sich das Beryllium und verbrennt mit grofsem Glanz zu weifser Beryllerde; es mufs aber dazu bis zum Glühen erhitzt werden. In reinem *Sauerstoffgas* erhitzt, verbrennt es mit einem aufserordentlichen Glanz; die dadurch entstehende Beryllerde zeigt keine Spur von Schmelzung. War ihm Beryllerdehydrat beigemengt, wie dieſs der Fall ist, wenn man zu viel Kalium bei der Reduction genommen hat, so sieht man bei seiner Verbrennung im Sauerstoffgase eine Flamme entstehen, die von Wasserstoffgas herrührt, das sich aus dem Hydrat durch die zersetzende Einwirkung des Berylliums auf das Hydratwasser entwickelt.

In erwärmter concentrirter Schwefelsäure löst sich das Beryllium unter Entwickelung von schweflichtsaurem Gas auf. In verdünnter Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure löst es sich leicht auf, in beiden ersteren mit

Digitized by Google

Entwickelung von Wasserstoffgas, in letzterer mit Entwickelung von Stickstoffoxydgas. Eben so wird es unter Entwickelung von Wasserstoffgas von einer Auflösung von kaustischem Kali aufgelöst. Von Ammoniak dagegen, welches das Aluminium auflöst, wird es nicht angegegriffen.

In *Chlorgas* schwach erhitzt, verbrennt das Beryllium mit starkem Glanz, und sublimirt sich zu krystallinischem Chlorberyllium.

In *Bromgas* erhitzt, entzündet es sich ebenfalls leicht. Das Bromberyllium sublimirt sich in langen, weifsen Nadeln, ist schmelzbar, sehr flüchtig und löst sich mit starker Erhitzung in Wasser auf.

In *Jodgas* erhitzt, verbrennt das Beryllium ebenfalls und das dadurch entstehende Jodberyllium sublimirt sich in weifsen Nadeln, und verhält sich überhaupt wie die beiden vorhergehenden Verbindungen.

Das *Schwefelberyllium* bildet sich unter einer fast eben so glänzenden Feuererscheinung, wie bei der Verbrennung dieses Metalles in Sauerstoffgas statt findet. Die Vereinigung geht vor sich, sobald von dem erhitzten Gemenge von Beryllium und Schwefel letzterer abdestillirt ist, und das Metall sich in einer Atmosphäre von Schwefelgas befindet. Das Schwefelberyllium ist eine graue, ungeschmolzene Masse, die in Wasser, ohne Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas, jedoch nur schwer, auflöslich ist. Mit Säuren entwickelt es dieses Gas ganz rasch. Ich habe vergebens versucht, schwefelsaure Beryllerde in der Glühhitze durch Wasserstoffgas und Schwefelwasserstoffgas zu Schwefelberyllium zu reduciren; es scheint dabei alle Schwefelsäure ausgetrieben zu werden und die Erde rein zurückzubleiben. Dafs übrigens Schwefelberyllium noch auf anderem Wege entstehen könne, hat Berzelius dadurch gezeigt, dafs Beryllerdehydrat mit Wasser und electronegativen Schwefelmetallen ein aufgelöstes Schwefelsalz bildet.

Digitized by

Das *Selenberyllium* entsteht unter sehr starker Feuererscheinung, wenn man Beryllium mit Selen zusammenschmilzt. Es bildet eine geschmolzene, spröde, im Bruche graue und krystallinische Masse. Es löst sich, wiewohl nur schwer, in Wasser ohne Zersetzung auf, welche Auflösung durch abgeschiedenes Selen sehr bald roth wird.

In *Phosphorgas* verbrennt das Beryllium mit lebhaftem Feuer. Das Phosphorberyllium ist grau, pulverförmig und entwickelt in reinem Wasser selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas.

Auch mit *Arsenik* vereinigt sich das Beryllium unter Feuererscheinung. Das Arsenikberyllium ist nicht geschmolzen, sondern ein graues Pulver, welches in reinem Wasser Arsenikwasserstoffgas entwickelt.

Mit *Tellur* endlich vereinigt sich das Beryllium ebenfalls, jedoch ohne Feuer. Das Tellurberyllium ist ein graues Pulver, welches in der Luft nach Tellurwasserstoffgas riecht und dieses Gas in reinem Wasser mit Heftigkeit entwickelt.

Yttrium.

Die Yttererde, welche zu diesen Versuchen diente, war aus reinem Gadolinit von Ytterby bereitet. Man erhält aus ihr leicht das Chloryttrium, wenn man sie mit Kohle in einem Strom von Chlorgas glüht. Das Chloryttrium ist dem Chlorberyllium sehr ähnlich; es sublimirt bei dieser Operation in weifsen, glänzenden Nadeln, die in der Nähe des glühenden Theiles der Röhre zu einer krystallinischen, festen Masse zusammengeschmolzen sind. In Wasser löst es sich mit sehr starker Erhitzung auf, und in der Luft zerfliefst es sehr schnell. — Ich hatte hierbei Gelegenheit zu bemerken, wie schwer es ist, die Yttererde rein zu bekommen. Zu Anfang dieser Operation nämlich destillirten, noch ehe das Chloryttrium erschien, mehrere Tropfen einer dunkelrothen, zähen Flüssigkeit über, die Chlorschwefel mit etwas Chloryttrium

Digitized by Google

war, und nach beendigter Operation war in der Röhre sehr viel einer grauen, aus kleinen Krystallpartikeln bestehenden, stark aufgequollenen Masse zurückgeblieben, die sich mit starker Erhitzung in Wasser auflöste, wie ein Yttererdesalz süfs schmeckte, aus der sich aber selbst bei sehr starker Glühhitze kein Chloryttrium sublimiren liefs. Bei näherer Untersuchung ergab es sich, dafs diese Substanz ein noch mit Kohle gemengtes Doppelsalz von Chloryttrium mit Chlorkalium war, analog also demjenigen, dessen ich schon früher beim Aluminium erwähnte *). Dieser Schwefel- und Kalium-Gehalt der Yttererde ist leicht zu erklären, wenn man sich erinnert, dafs bei der Darstellung dieser Erde das Cerium aus der Auflösung des Gadolinits durch schwefelsaures Kali gefällt wird. Denn obgleich ich die Vorsicht gebraucht hatte, nachher bei Ausfällung der Yttererde durch Ammoniak, die Auflösung in einen Ueberschufs von Ammoniak zu giefsen und nicht umgekehrt zu verfahren, so war dessenungeachtet, wie sich bei der Behandlung mit Chlor zeigte, mit der Yttererde Schwefelsäure und Kali, ohne Zweifel das Ganze als ein sehr basisches Doppelsalz, niedergefallen, welches nachher durch gemeinschaftliche Einwirkung des Chlors uud der Kohle zersetzt wurde.

Aus dem Chloryttrium wurde das Metall auf die oben angegebene Art durch Kalium reducirt. Diese Zersetzung ist ebenfalls von sehr starker Feuerentwickelung begleitet. Beim Auflösen der erkalteten Masse in Wasser schied sich das Yttrium in völlig metallglänzenden kleinen Schuppen ab. Nach dem Auswaschen und Trocknen bildet es in diesem Zustand ein schwarzgraues, schimmerndes Pulver, welches aus lauter vollkommen metallglänzenden, eisenschwarzen Schuppen besteht. Es ist durch dieses krystallinische, metallische Ansehen sehr bestimmt vom Beryllium und Aluminium unterschieden. Unter dem Polirstahl zeigt es zwar völlig metallischen Strich, hat aber einen bei weitem dunkleren Metallglanz, als das

*) Diese Annalen Bd. XI. p. 155. Note.

Digitized by Google

Alumininium, welches ausgezeichnet weifs metallisch ist; und würde man beide Metalle in dichtem, geschmolzenem Zustand mit einander vergleichen können, so würde sich zwischen ihnen wohl eine ähnliche Verschiedenheit in der metallischen Farbe, wie etwa zwischen Eisen und Zinn, zeigen. Auch scheint das Aluminium ein geschmeidiges, das Yttrium dagegen ein sprödes Metall zu seyn.

Das Yttrium oxydirt sich bei gewöhnlicher Temperatur weder in der Luft noch im Wasser. Bis zum Glühen in offener Luft erhitzt, entzündet es sich und verbrennt mit sehr blendendem Glanze zu weifser Yttererde. In reinem *Sauerstoffgas* ist diese Verbrennung eine der glänzendsten Feuererscheinungen, die man sehen kann. Die dadurch entstehende Yttererde ist weifs und zeigt deutliche Spuren von Schmelzung.

Das Yttrium löst sich in verdünnten Säuren leicht und mit Entwicklung von Wasserstoffgas auf. Nicht so leicht ist diefs der Fall in kaustischem Kali, und von kaustischem Ammoniak wird es gar nicht angegriffen.

Mit *Schwefel* erhitzt, entzündet sich das Yttrium, so wie aller Schwefel gasförmig geworden ist, und verbrennt zu grauem, pulverförmigem Schwefelyttrium, welches weder in Wasser auflöslich ist, noch dasselbe für sich zersetzt; aber bei Zusatz einer Säure entwickelt es rasch Schwefelwasserstoffgas.

Mit *Selen* verbindet sich das Yttrium unter schwacher Feuererscheinung, sobald das Selen schmilzt. Das Selenyttrium ist schwarz, zersetzt für sich das Wasser nicht, entwickelt aber mit verdünnten Säuren leicht Selenwasserstoffgas.

Mit *Phosphor* erhitzt, entzündet es sich ebenfalls in dem Gase desselben; das so gebildete Phosphoryttrium ist schwarzgrau, pulverförmig, und entwickelt mit reinem Wasser sehr leicht selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas.

Diese Versuche haben also gezeigt, dafs die Radicale der Thonerde, Beryllerde und Yttererde Metalle sind, die sich bei gewöhnlicher Temperatur weder in der Luft noch im Wasser oxydiren, bei Gegenwart von Säuren oder Alkalien, das Wasser zersetzen, und sich fast immer mit ausgezeichnet starker Feuererscheinung mit Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Phosphor, Arsenik und Tellur vereinigen.

Digitized by Google

V. *Ueber mittlere Luftströme; von H. W. Dove.*

Die verschiedenen Gesichtspunkte, unter welchen meteorologische Erscheinungen betrachtet werden können, lassen sich zuletzt immer darauf zurückführen, dafs man einmal die Zeit constant setzt und den Ort veränderlich, dann umgekehrt verfährt. So ist die thermische Windrose das locale Bild der thermischen Vertheilung auf der Oberfläche der Erde, so ist das barometrische Minimum dieselbe Erscheinung, die gleichzeitig betrachtet als Wellenthal erscheint. Ich werde jetzt untersuchen, wie das locale Phänomen, die Drehung des Windes, sich darstellt, wenn wir es gleichzeitig betrachten.

Lambert hat (*Mémoire sur les observations du vent. Mém. de Berlin* 1777) durch Berechnung der mittleren Windesrichtung gezeigt, dafs während in Berlin und Drontheim die mittlere Windesrichtung eine südwestliche ist, in Petersburg sie entschieden eine nordöstliche ist, dafs für Spardam dasselbe gilt wie für Berlin, hingegen Padua sich mehr an Petersburg anschliefst. Leopold v. Buch hat in seinen Bemerkungen über das Clima der Canarischen Inseln es dann wahrscheinlich gemacht, dafs der Südwest-Strom über dem westlichen Europa der bei den Canaren herabkommende obere Passat ist, der, wenn der untere Passat der Sonne nach Süden folgt, immer weiter südlich den Boden fafst, und nun an der Oberfläche der Erde nach dem Pole strömt, dafs also die beiden entgegengesetzten Ströme, die unter den Tropen über einander gehn, in höheren Breiten einander zur Seite ausweichen, also neben einander fliefsen. Es war nun empirisch zu untersuchen, ob diefs sich im Allgemeinen bestätigte. Hiezu findet man vortreffliche Data in den von Schouw herausgegebenen Beiträgen zur Climatologie, aber leider hat Schouw den Werth dieser Arbeit da-

Digitized by

durch verringert, dafs er statt direct beobachteter Zahlen nur Quotienten giebt, und diese nur bis auf die zweite Decimalstelle entwickelt. Dadurch kommt bei Copenhagen schon ein Fehler von 4° hinein, und wenn dieſs auch hier nicht viel bedeutet, so ist es doch wünschenswerth bei der grofsen Unsicherheit der Bestimmung der mittleren Windesrichtung aus Mangel eines sichern Maafses der Intensität, wenigstens aus den Beobachtungen die möglichst richtigsten Resultate zu erhalten. Es ist daher zu wünschen, dafs Schouw die absoluten Zahlen mittheile, und, wo es die Beobachtungen erlauben, statt der Summe der Tage die Summe der Intensitäten gebe, wo Zwischenwinde unterschieden sind, diese Unterscheidung beibehalte. Die Lambert'sche Formel wird dann für 16 Winde, wenn man von Süd als Nullpunkt der Windrose nach West herumzählt, und mit φ den Winkel der mittleren Windesrichtung mit dem Meridian bezeichnet:

$$tg\,\varphi = \frac{a + b\cos 45^0 + c\cos 22\tfrac{1}{2}^0 + d\cos 67\tfrac{1}{2}^0}{\alpha + \beta\cos 45^0 + \gamma\cos 67\tfrac{1}{2}^0 + \delta\cos 22\tfrac{1}{2}^0}$$

wenn

a = W − O	α = S − N
b = NW + SW − NO − SO	β = SW + SO − NW − NO
c = WNW + WSW-ONO-OSO	γ = WSW + OSO-WNW-ONO
d = NNW + SSW − NNO − SSO	δ = SSW + SSO − NNW − NNO

wo, wenn die Intensitäten gleich gesetzt sind, die Windzeichen die Summe der Beobachtungen bezeichnen, wenn die Intensitäten unterschieden sind, die Summe der Intensitäten. Sind nur die 8 Cardinalwinde unterschieden, so fallen die mit c, d, γ, δ multiplicirten Glieder weg.

Die aus den Schouw'schen Angaben also nur als vorläufige Näherungswerthe anzusehenden berechneten Windesrichtungen ergeben, wenn S = 0°, W = 90°, N = 180°, O = 270° ist, folgendes:

Paris.	Amsterdam.	Regensburg.	Mannheim.	München.
65° 4′ (79° 40′)	71° 39′	149° 7′	115° 14′	59° 24′

Digitized by Google

Strasburg.	Prag.	Sagan.	Erfurt.	Berlin.	Hamburg.
(313° 1′)	75° 41	35° 59′	86° 48′	95° 40 (93° 32′)	78° 39′

Göttingen.	Würzburg.	London.	Lancaster.	Keswick.
36° 49′	99° 21′	90° 58′	34° 58′	43° 21′

Kendal.	New Malton.	Penzance.	Gosport.	Manchester.
69° 17′	81° 53′	62° 46′	91° 41′	42° 3′

Southwick.	Clunie Manse.	Cork.	Copenhagen.	Skagen.	Christiansöe.
(77° 29′)	78° 34′	94° 51′	62° 45′ (58° 59′)	46° 36′	65° 44′

Apenrade.	Hoffmansgave.	Viborg.	Steons Leuchtthurm.
115° 39′	32° 14′	75° 45′	54° 55′

Königsberg.	Danzig.	Söndmör.	Stockholm.	Petersburg.	Moskow.
71° 25′	(91° 28′)	59° 17′	94° 58′	112° 30′	122° 27′

Die eingeklammerten Zahlen sind aus den directen Zahlen bestimmt. Hinzugefügt sind die Werthe für Strasburg (der einzige Ort, wo SO sich findet) 15 Jahr obs. Herrenschneider, Southwick 11 Jahr n. Mill., Danzig 18 Jahr obs. Kleefeld, Königsberg 11 Jahr obs. Sommer. Der Werth für Paris ist aus den Beobachtungen von Messier.

Ordnet man diese Werthe nach der geographischen Länge, so sieht man wie mit dem Fortgehen nach Ost die Windesrichtung immer mehr nördlich wird.

Diese Beobachtungen berechtigen uns, wenn auch noch bedeutende Abweichungen sich finden, zu der Annahme, dafs über dem westlichen Europa eine südwestliche Windesrichtung die herrschende sey. Da nämlich die Intensität der südlichen Winde bedeutend gröfser ist als die der nördlichen, so würden mit Berücksichtigung der Intensität alle Orte eine mehr südliche mittlere Windesrichtung erhalten. Aus Lambert's Berechnung ergab sich, dafs als in Berlin entschieden die Luft von SW. nach NO. strömte, sie in Petersburg hingegen von NO. nach SW. flofs. Ist es auch wahrscheinlich, dafs dieser SW. Strom sich allmählig mehr nach Osten über den Continent der alten Welt ausgebreitet hat, so werden wir doch annehmen dürfen, dafs ein von Nordost nach Südwest fliefsender Strom sich auch jetzt noch neben dem SW. befindet, dessen Existenz durch Beobachtun-

Digitized by Google

gen im östlichen Rufsland und Nordasien nachgewiesen werden mufs. Bei der folgenden Betrachtung werde ich diefs annehmen, die daraus sich ergebenden Resultate, und die nähere Bestimmung dieser Annahme wird ein Prüfungsmittel für ihre Zulässigkeit an die Hand geben.

Zwei in entgegengesetzter Richtung neben einander fliefsende Ströme, Taf. VII. Fig. 1., werden da, wo sie sich berühren einander gegenseitig hemmend, nothwendig Wirbel erzeugen. Ich werde den von SW. nach NO. fliefsenden Strom den *südlichen* nennen, den von NO. nach SW. fliefsenden den *nördlichen*. Bezeichnen wir jenen mit *a*, diesen mit *b*, so werden von der Mitte des Stromes *a* bis zur Mitte des Stromes *b* alle Wirbel in demselben Sinne geschehn müssen, denn die im südlichen sind SW. W. NW.
die im nördlichen NO. O. SO.

Gehen wir über die Mitte des nördlichen Stromes fort nach Osten, so würden, wenn jenseits des Stromes *b* sich ein neuer südlicher Strom *c* befände, die Wirbel von der Mitte des Stromes *b* bis zur Grenze von *c* geschehen in dem Sinne NO. N. NW. . . ., die Wirbel von der Grenze von *c* bis in die Mitte von *c* in dem Sinne SW. S. SO., beide also in demselben Sinne, aber in dem den vorigen entgegengesetzten. Denn die früheren geben zusammen betrachtet die Drehung

SW. W. NW. N. NO. . . . SW.
diese hingegen SW. S. SO. O. NO. . . . SW.

Nach der Krümmung der Isothermen zu schliefsen, und dem in einer frühern Abhandlung bewiesenen Einflufs der mittleren Windesrichtung auf die mittlere Temperatur, ist es mir nicht unwahrscheinlich, dafs über die beiden Continente der alten und neuen Welt auf der nördlichen Halbkugel zwei nördliche Ströme gehen, über die zwischenliegende Oceane zwei südliche, die sich bis in eine gewisse Breite über die Continente ausbreiten. Nennen wir *a*, *c* die südlichen, *b*, *d* die nördlichen, so

Digitized by Google

wird, von der Mitte von *a* bis *b*, von der von *c* bis der von *d* die Drehung seyn

S. W. N. O. S.

hingegen von der Mitte von *b* bis der von *c*, und der von *d* bis der von *a* seyn

S. O. N. W. S.

Die Verhältnisse der Niederschläge zu den Barometerveränderungen, die Lage der Maxima und Minima in Beziehung auf die Unterscheidung der Ost- und Westseite werden sich bei der zweiten Drehung gerade umgekehrt verhalten wie bei der ersten. Gäbe es nur einen nördlichen und einen südlichen Strom, so wird diese Umkehrung nur einmal stattfinden. Die Berechnung von Beobachtungen an der Ost- und Westküste Amerika's *), von denen ich keine besitze, können darüber entscheiden. Für Asien habe ich einjährige zu Calcutta angestellte Beobachtungen berechnet, um aus der Art, wie die Mussons einander ablösen, die Drehung im Grofsen zu erhalten. Ich erhielt in englischem Maafs:

*) Durch Berechnung der Drehung des Windes vermittelst des Barometers kann man für jeden Ort, wo 3 Mal täglich beobachtet ist, entscheiden, wie die Ströme zur Seite fliefsen. Man berücksichtigt nämlich nur die mittlere Windbeobachtung, und benutzt die vorhergehende und nachfolgende zur Bestimmung des Steigens und Fallens des Barometers.

Digitized by

	N.	NNW.	WNW.	W.	SW.	S.	SO.	O.	NO.
Jan.	30″,122	30″,105	30″,071	30″,071	30″,029	30″,004	—	—	—
Febr.	30,006	30,035	—	30,004	30,034	30,028	29,966	30,063	—
März	—	30,01	—	—	30,003	29,903	29,942	—	—
April	—	29,94	—	—	—	28,833	29,798	—	29,826
Mai	—	—	—	—	29,792	29,777	29,765	29,833	—
Jun.	—	—	—	—	—	29,609	29,585	29,604	29,56
Jul.	—	—	—	—	29,551	29,626	29,59	—	29,525
Aug.	—	—	—	—	—	—	29,615	—	29,673
Sept.	—	—	—	—	—	—	29,732	29,718	29,683
Oct.	—	29,922	—	—	29,926	—	—	—	29,853
Nov.	—	30,005	—	—	—	—	—	—	29,912
Dec.	—	30,01	—	—	—	—	—	—	—

Digitized by Google

Der Einfluſs des Windes auf das Barometer ist nicht zu verkennen, bei NW. das Maximum, bei SO. das Minimum. Die für die monatlichen Mittel berechneten Windesrichtungen werden also auf die Drehung schlieſsen lassen. Diese ergeben:

	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Jun.
Temperatur	66°,6	75°	79°	82°,5	86°	83°
Regen . . .	—	2‴,9	0‴,5	8‴,0′	6‴,0	24‴,4
Barometer .	30‴,08	30‴,02	29‴,95	29‴,83	29‴,77	29‴,58
Wind . . .	155° 45′ NNW.	79° 52′ WSW	354° 36 S.	336° 566 SSO.	348° 29 SSO.	320° 50′ SO.

	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Temperatur	83°	83°	83°	83°	75°	69°
Regen . . .	12‴,8	9‴,3	11‴,7	1‴,4	0‴,5	—
Barometer .	29‴,59	29‴,62	29‴,71	29‴,91	29‴,98	30‴,01
Wind . . .	314° 11′ SO.	298° 45′ OSO.	285° 14 OSO.	94° 5′ W.	118° 4 WNW	135° NW.

Bei den Seemussons zeigt sich die der europäischen entgegengesetzte Drehung entschieden. (Auch hier Intensit. =1.) Aufserdem ist hier im Mittel ein entschieden südlicher Strom. Eben so werden unter den Tropen zwischen Amerika und Afrika die einander ablösenden Passate eine ganze Drehung oder zwei halbe erzeugen müssen. Aus den Beobachtungen von Boussingault mufs sich diefs bestimmen lassen. Denn einjährige Beobachtungen in Bogota, Aug. 1823 bis Aug. 1824, zeigen im Gange der barometrischen Mittel deutlich eine periodische Veränderung.

August.	Septemb.	Octob.	Novemb.	Decemb.	Januar.
561mm,11	560,94	560,71	560,45	560,13	560,45
Februar.	**März.**	**April.**	**Mai.**	**Junius.**	**Julius.**
560,48	560,61	561,13	560,75	561,24	561,34

Auf der südlichen Halbkugel hat man häufig entgegengesetzte Drehungen beobachtet. Forster (Bemerk. p. 111.) sagt: »zwischen 40° und 46° S. Br. im Südmeere fanden wir 1773 ganz unvermuthet Ostwinde. Es war

Digitized by

dabei merkwürdig, dafs, so oft der Wind sich änderte, welches zwischen dem 5. Juni und 5. Juli vier Mal geschah, er allmählig um den halben Compafs und zwar allezeit in der dem Laufe der Sonne entgegengesetzten Progression fortrückte.« Le Gentil sagt (*Voyage* 2. *p.* 701.), dafs in der nördlichen Halbkugel mehrentheils der Wind aus Osten durch Süden in Westen übergehe, auf der südlichen aber die entgegengesetzte Wendung nehme.

Gehen wir zum westlichen Europa zurück, um auf dem Terrain, wo wir zahlreiche Beobachtungen besitzen, die Wirkung jener Ströme zu untersuchen, so müssen wir vorzüglich das festhalten, dafs die mittlere Windesrichtung eine Abstraction ist, die nie zur Erscheinung kommt; uns fehlt hier aufserdem die Realisation derselben, wie wir sie in der constanten Quellentemperatur für die Thermometeore besitzen. Die Thatsache ist, dafs an einem bestimmten Ort die Luft eine Zeit lang nach Süden strömt, dann wieder nach Norden. Die Dauer dieser Ströme, ihre relative Geschwindigkeit zusammen betrachtet, giebt die mittlere Windesrichtung. Ich sehe nun alle Witterungserscheinungen in längeren und kürzeren von den jährlichen Veränderungen mehr unabhängige Perioden als bedingt an durch diese Ströme, die Wochen lang fast unverändert bleibende NO. zeigende Windfahne bei hellem Wetter ist mir der gesehene nördliche Strom, der eben so lange wehende SW. mit immer erneuertem Niederschlag der gesehene südliche Strom, die sich gegenseitig zur Seite verdrängend in ihren Uebergang die Mittelwinde erzeugen, ich nehme also an, dafs immer entgegengesetzte Ströme neben einander existiren, wobei es gleichgültig ist, ob der NO. Strom eine mehr östliche Richtung erhält, der SW. Strom eine mehr westliche.

Die Gegenden, wo der südliche Strom über den nördlichen das Uebergewicht hat, stellen das Seeclima dar.

Digitized by Google

dar, die, wo das umgekehrte statt findet, das Continentalclima. Mildere Winter, kühlere Sommer, eine erhöhtere mittlere Temperatur, ein niedrigeres barometrisches Mittel, häufige Niederschläge sind das Characteristische des ersten. Durch allmählige Veränderung dieser Ströme kann eine bedeutende climatische Veränderung entstehen.

Der individuelle Character kürzerer Perioden ist durch diese Ströme bedingt. Ein Befinden im Südstrom hat das Characteristische des Seeclima's, ein Befinden im Nordstrom das des Continentalclima's. Die Temperaturcurve eines Jahres der ersten Art ist viel flacher, hingegen die täglichen Variationen im zweiten gröfser. Zur Vergleichung der Jahre 1816 und 1826:

Paris. Wind.

1816.	N. NO. OSO	=111		S. SW. NW.	=255
1826.	- - -	=156		- - -	=209
		— 45			+ 46

Anzahl der Niederschläge:

1816.	167 Regentage	13	Schneelage	Regenmenge	54^{c},54
1826.	129 -	7	-	-	47,209
	38	6			7,33

wärmster Monat	1826.	21,2	1816.	15,6
kältester -		— 1,7		2,6
	Unterschied	22°,9		13°.

Das barometrische Mittel von 1816 ist 3^{mm},15 niedriger als 1826, die tägliche mittlere Variation 0,19 gröfser im Jahr 1826.

Aus der obigen Betrachtung ergiebt sich, dafs nie dieselbe climatische Eigenthümlichkeit auf der ganzen nördlichen Hälfte der Erde stattfinden kann, dafs sich immer eine Differenz zwischen den östlichen und westlichen Gegenden finden mufs. Eine sehr strenge Kälte im westlichen Europa läfst also in Sibirien oder America eine mildere Witterung erwarten, feuchte Sommer hier, trocknen dort. Denn je entschiedener an einem Ort der süd-

Digitized by Google

liche Ström ist, desto entschiedener mufs auch der daneben fliefsende nördliche seyn.

Egede Saabye erzählt von Grönland: die Dänen haben bemerkt, dafs wenn der Winter in Dänemark strenge gewesen, der grönländische nach seiner Art gelinde war, und umgekehrt. Im Jahr 1802 war der Sommer im westlichen Europa sehr trocken, im östlichen Asien anhaltender Regen und ungeheure Ueberschwemmungen. 1816 war der Sommer in Preufsen, Polen und Rufsland heifs und trocken. Während der strengen Winter 1798, 1799 herrschten in Frankreich und Deutschland fast unausgesetzt NO. und O. Da wo der N. und Ostwind in dem Sommer dieser Jahre wehte, war es sehr trocken bei vollkommen heiterm Himmel. In Grönland war der Winter hingegen im Jahr 1799 so mild, dafs in Lichtenau im December das Thermometer meist einige Grade über dem Gefrierpunkt stand. Hingegen der Sommer wintermäfsig durch häufige Schneefälle. Der furchtbare Sturm im December 1792, der bei Spandau ganze Wälder umrifs, war von Berlin nach Göttingen hin SW. WSW. W. mit häufigen Regen und Gewittern, hinter Berlin nach Königsberg zu O. und NO.

Ueber den Einflufs des Vorherrschens der östlichen oder westlichen Winde auf die Temperatur der Jahreszeiten und die Anzahl der Niederschläge, vergl. Schouw, Beitr. p. 77. 86.

Die die beiden Ströme trennende Grenze ist also eine Linie in der Richtung von SW. nach NO., die sich parallel mit sich selbst nach Osten bewegt, dann wieder zurück, Taf. VII. Fig. 2. Alle Orte, deren mittlere Windesrichtung in Europa eine südwestliche ist, werden sich gewöhnlich in der östlichen Hälfte des Südstromes befinden, seltner in der westlichen des Nordstromes. Sollte aber der Fall vorkommen, dafs der Nordstrom sich so weit nach Westen zur Seite ausbreitet, dafs der Beobachtungsort jenseits der Mitte des Nordstromes liegt,

Digitized by Google

so werden die Drehungen des Windes in dem dem gewöhnlichen grade entgegengesetzten Sinne stattfinden. Umgekehrt wird man aus dem continuirlichen Durchgange des Windes durch die Windrose in dem Sinne S. O. N. W. S. schliefsen können, dafs westlich vom Beobachtungsort ein Nordstrom existirt. Die in dem Uebergange der Ströme in einander entstehenden Wirbel müssen zugleich in der Richtung des Stromes fortrücken, können also nur selten an einem Orte vollkommen beobachtet werden. Das Fortfliefsen des Wirbels und die Aufeinanderfolge neuer wird sich also darstellen als ein Zurückspringen des Windes, desto häufiger, je gröfser die Geschwindigkeit desselben ist. Scoresby, dessen Aufmerksamkeit selten ein Phänomen entgeht, beschreibt diese Wirbel der beiden Ströme sehr schön, *Art. Regions. p.* 1. 409. Da aber die Intensität der südlichen Winde gröfser ist als die der nördlichen, so wird das Zurückspringen des Windes weit häufiger auf der Westseite der Windrose stattfinden als auf der Ostseite, die Anzahl aller westlichen Mittelwinde gröfser seyn als aller östlichen; die Winde selbst aber, welche der Richtung der beiden Ströme entsprechen und einander in der Windrose grade gegenüberliegen, müssen in Beziehung auf ihre Anzahl Maxima seyn. (Besonders auffallend zeigt diefs die längere Pariser Beobachtungsreihe. Auch bestätigen diefs fast alle von Schouw mitgetheilten Tafeln, nur dafs, wo die mittlere Windesrichtung eine mehr westliche ist, die Maxima nicht auf SW. und NO., sondern auf W. und O. fallen, z. B. Berlin.) Man könnte mir aber einwerfen, dafs diefs Raisonnement ein logischer Kreis sey, da die mittlere Windesrichtung es nothwendig mache, dafs die südlichen und westlichen Winde häufiger sind, als die nördlichen und östlichen, wenn sie überhaupt eine südwestliche seyn soll. Aber der Weg jeder Naturbetrachtung ist ein doppelter. Zuerst suchen wir aus der Vergleichung vieler Erscheinungen die allgemeineren Be-

Digitized by Google

stimmungen, die in sie eintreten; der andre eben so nothwendige ist: die besondere Erscheinung aus diesen gewonnenen Bestimmungen wieder zu construiren.

Wenn aber die entgegengesetzten Ströme einander zur Seite verdrängen, so kann weder der SW. noch der NO., wenn ich ihren Eintritt an verschiedenen Orten der Zeit nach vergleiche, sich in der Richtung genau fortpflanzen, in welcher er weht. Da nun der Südstrom früher westlicher lag, ehe er am Beobachtungsorte eintrat, der Nordstrom östlicher, so wird wegen der Lage des Meeres gegen das Continent jener die gröfste Menge Wasserdampf enthalten, dieser die kleinste. Alle Niederschläge zerfallen hiernach in zwei Classen:

1) Niederschläge des südlichen Stromes selbst;
2) Niederschläge des Uebergangs beider Ströme in einander;

und als Gegensatz dazu

3) nördlicher Strom ohne Niederschlag.

1) Die rasch dem Pole zuströmende warme Aequatorialluft (der obere Passat, unser Südstrom), Taf. VII. Fig. 3., tritt in immer höhere Breiten, ihre Dampfcapacität wird also fortwährend vermindert, und so verliert sie in immer erneuerten Niederschlägen ihren Wasserdampf. Das sind jene langen Regen bei unveränderter Windesrichtung niedrigem Barometer, das aber oft Tage lang sich kaum merklich ändert. (Beobachtungsort *m* im Strom *a*.)

2) Die Niederschläge des Uebergangs habe ich oben betrachtet (*m* an der Gränze Taf. VII. Fig. 2.).

3) Die nördliche Luft des ruhig fliefsenden nördlichen Stromes kommt allmählig in immer niedere Breiten, ihre Dampfcapacität wird fortwährend erhöht, und während der Dauer dieses Stromes bleibt, wie beim NO. Passat, der Himmel heiter. An einem Orte betrachtet, ergiebt diefs: *m* in *b*, Taf. VII. Fig. 4.

Befinden wir uns in der Mitte des nördlichen Stroms,

Digitized by Google

so ist für den durchgedrungenen Wochen lang ruhig fortfliefsenden NO. kein Grund zum Niederschlag vorhanden, strenge Kälte im Winter, das heiterste Sommerwetter mit gelind kühlendem Winde, sind das Bezeichnende dieser Periode. Wir nennen sie schönes Wetter, barometrisches Maximum. Aber nun tritt der südliche Strom allmählig von oben ein; ist seine Intensität nicht bedeutend, so stellen sich die Wirbel des Nordstroms als ein ruhiges Schwanken der Windfahne zwischen ONO. und OSO. dar, Taf. VII. Fig. 5. Oft erscheinen die Wirbel gar nicht, der Uebergang in den Südstrom ist eine continuirliche Drehung. Wenn dann am Beobachtungsort noch der Himmel heiter ist, und am Westhorizont eine lange Wolkenbank erscheint, so sagt man, die Sonne geht schlecht unter, es wird regnen. Die Windfahne zeigt dann mit stark fallendem Barometer SO. Jene Wolke mit ihren nach Norden gerichteten Spitzen ist der gesehene Südstrom, der von Westen heranrückend schon über den Horizont herauf ist, und seinen Weg am Himmel dunkel abzeichnet. Ist er heute schon über dem Horizont, so wird er morgen über unsern Köpfen fliefsen, es wird regnen. Es regnet, die Windfahne ist SW. geworden, wir sind im Südstrome, und alle die rasch fortfliefsenden Wirbel bringen noch manchen trüben Tag. Bei Ost- und Westwinden werden daher Winde in verschiedenen Richtungen über einander wehen, bei südlichen und nördlichen nicht. Taf. VII. Fig. 6. stellt den senkrechten Durchschnitt der Atmosphäre dar während einer unten beobachteten Drehung.

Jeder Durchgang von S. bis S. ist im Winter eine Frostperiode für sich. Diese Perioden sind am kürzesten im Uebergang des Winters in den Sommer und umgekehrt. Jene nennen wir Aprilwetter. Hier nennt man die Uebergänge in den Winter: kleine Winter, und sagt, es giebt sieben kleine Winter, ehe der ordentliche kommt. Ueberhaupt zerfällt jeder Winter nach der Anzahl der

Digitized by Google

Durchgänge durch die ganze Windrose in gröfsere oder kleinere, durch Thauwetter getrennte Kälteperioden. Thauwetter, barometrisches Minimum, Landregen, Sturm gehören dem Südstrom an. Im Allgemeinen werden sich die Barometerveränderungen des Südstroms von SW. nach NO., die des Nordstroms von NO. nach SW. fortpflanzen. Aus dem raschen Uebergange der Ströme in einander, im Frühling und Herbst, folgt, dafs da am häufigsten verschiedene Windesrichtungen über einander wehen werden. Daher zeigen sich dann die gröfsten Unregelmäfsigkeiten im Zusammenhang des Barometers mit der nur unten beobachteten Windesrichtung.

Was erzeugt nun zu einer bestimmten Zeit die so verschiedene Intensität dieser Ströme? Ist ihr gegenseitiges Verdrängen an Perioden geknüpft oder nicht? Das kann nur durch genauere Untersuchungen entschieden werden. Ihr Hauptentstehungsgrund ist nothwendig in der temporären thermischen Vertheilung zu suchen, und Brandes hat aus vergleichenden Beobachtungen diefs bereits für den Nordstrom im März wahrscheinlich gemacht (Unterhaltungen, 2. p. 120.). Aber ein allgemeines Verständnifs dürfen wir hoffen, wenn wir durch vergleichende Beobachtungen Isothermen für die monatlichen Mittel erhalten, wie sie A. v. Humboldt für die jährlichen gegeben hat.

VI. *Ueber barometrische Minima; von H. W. Dove.*

Wenn überhaupt die gröfseren meteorologischen Differenzen, die einer besondern jährlichen oder kürzeren Periode ihren individuellen Character geben, diesen zwei in entgegengesetzter Richtung fliefsenden und einander gegenseitig verdrängenden Strömen verdanken, so wird,

Digitized by Google

wenn alles, was den einen Strom characterisirt, zu einer bestimmten Zeit am schärfsten hervortritt, dieſs sich in allen meteorologischen Erscheinungen als Extrem geltend machen. Das Characteristische dieser Ströme läſst sich zuletzt aber auf die Temperaturdifferenzen derselben zurückführen, und da diese im Winter am gröſsten sind, so wird ein solches Phänomen hauptsächlich im Winter stattfinden. Die Erscheinung kann aber auf eine doppelte Art betrachtet werden, indem man untersucht, wie sie sich auf dem ganzen Schauplatz ihrer Wirkung darstellt, und sie dann als locales Phänomen ansieht. Ein barometrisches Minimum ist eine Erscheinung des Südstroms, ein barometrisches Maximum des Nordstroms. Gleichzeitig betrachtet muſs also jenes Phänomen der Südstrom selbst seyn, local ein stürmischer Durchgang durch das Minimum der Windrose, oder wenn wir beides zusammenfassen, so muſs ein Minimum ein in der Richtung des Südstromes fortschreitender Wirbel seyn, Taf. VII. Fig. 7. Dieſs ist die Erscheinung, wenn sie ungestört hervortritt. So war es am 24. Dec. 1821. Aber oft treten Störungen ein, die sie verdecken. Ein sehr schönes Beispiel davon ist der 2. Februar 1823. Diese beiden Minima sind zugleich die Repräsentanten der Erscheinung, wie sie am verschiedensten sich zeigen kann. Eine treffliche Zusammenstellung der Beobachtungen verdanken wir bekanntlich Brandes *de rep. var. in press. atm. obs. Lips.* 1826.

Daſs überhaupt Stürme Wirbelwinde sind, ist eine Erfahrung, die jeder Seemann bestätigen wird. Da aber in unsern Gegenden alle stärkeren Stürme SW. Stürme sind, so wird die Drehung SW. NW. . . seyn.

Der furchtbare Orcan am 17. Januar 1818 war hier S. SW W. NW. Drei Meilen von hier war ein Gewitter, das Barometer fiel dabei vom 3. Januar von 346‴,67 bis zum 18. auf 325‴,21, also in 15 Tagen 21 Linien, während das Thermometer sich vom 3. von

—22°,6 R. bis 7. schon auf +1,2 erhob, also in 4 Tagen 24°, als SW. Winde aus Ostwinde folgten, und die Temperatur immer stieg, so dafs man bald die grünen Saaten ohne Schnee sah. Am 18. fiel allein das Barometer in 8 Stunden 8 Linien, während die Wärme immer zunahm bis +4°,5 Abends 5 Uh. Eben so war der Sturm am 9. November 1800 SW. WSW. in Paris, ganz übereinstimmend der am 28. December 1803, wo die Temperatur vorher bis auf $11\frac{1}{4}$° stieg, während das Barometer auf 328‴,6 fiel. »Man hält an der Nordsee die Stürme für die gefährlichsten, und findet, dafs sie die höchsten Fluthen bringen, welche in SW. anfangen und sich dann nach NW. wenden.« (Brandes, G. A. Bd. 29. p. 179.)

Hingegen sind die meisten von mir verglichenen Orcane auf der südlichen Hälfte der Erde im entgegengesetzten Sinn, nämlich SW. S. O... (unter verschiedenen geographischen Längen aber wahrscheinlich verschieden).

Bei den zu betrachtenden Minimis habe ich zu beweisen:

1) Dafs wir uns überhaupt im Südstrome befinden, und dafs alles, was ihn characterisirt, als Extrem vorhanden ist.
2) Dafs der an einem Orte beobachtete Wirbel in der Richtung des Stromes fortschreitet.
3) Dafs das Minimum sich an den verschiedenen Beobachtungsorten darstellt als Durchgang durch das Minimum der Windrose im regelmäfsigen Sinn.

Ich glaube nicht erst bemerken zu dürfen, dafs bei der Schnelligkeit des Stromes kein Wirbel vollendet werden wird, überhaupt mehrere Minima auf einander folgen werden.

Digitized by

Minimum am 24. December 1821.

1) Wir befinden uns im Südstrome. Taf. VII. Fig 8.

Die mittlere Windesrichtung ist im November und December SW. in Penzance, London, Bushey Heath, Cambridge, New Malton, Lancaster, Manchester, Paris, Brest, Danzig, Königsberg u. s. w. »Ein mehr oder weniger stürmischer SW. scheint in der mittleren Gegend des westlichen Europa's überall geherrscht zu haben« (*Bibl. univ. T.* 19. *p.* 29.). — Dieser herrschende Wind war stürmisch. Brest, den 26.: »Seit 14 Tagen leben wir mitten in Stürmen, die nicht aufgehört haben mit einer Wuth ohne Gleichen zu brüllen.« Von Livorno bis Barcelona hat der Sturm vom 24. bis 25. furchtbaren Schaden angerichtet. In Venedig, Genua, Nizza Ueberschwemmungen. Von Malta kommen Schiffe in 7 Tagen nach Venedig. In London seit 1809 die gröfste Ueberschwemmung. In Portsmouth war ein Windstofs aus SSO., wie man seit lange ihn nicht erlebt hat. Das Meer erhob sich dadurch zu einer enormen Höhe. In Appenzell stürmt es, wie Keiner es sich erinnert gesehen zu haben. An den spanischen, französischen und italienischen Küsten nur Nachrichten von Schiffbrüchen.

Die Temperatur war während dieser Periode bedeutend erhöht.

In ganz Italien zeigt sich eine ungewöhnliche Wärme. In Tolmezzo stieg das Thermometer auf 25° R. im Schatten. In Genf steigt das Thermometer in der Nacht vom 24. zum 25. rasch 5° R., und steht am höchsten 12°5, am 25. Morgens $1\frac{1}{2}$ Uhr. In Boulogne sur Mer steht das Thermometer am höchsten den 25. Morgens 3 U. 25′ +9°,4 C., eine halbe Stunde vor dem barometrischen Minimum; in Paris Abends 9 Uhr den 24. +9°,6 C. In Hamburg steht es Abends 7 Uhr 2°,3 R. höher als Mittags. In Paris ist der niedrigste Thermometerstand im Dec. +1°,7 C., 1820 aber — 13°. Die mittlere Tem-

Digitized by

peratur +9°,7 ist 4°,2 höher als die des vorigen Jahres. Seit 1806 ist dieſs die gröſste Wärme des Minimums. Im November 1821 ist das Mittel +10°,2, 1820 +5°,1.

Zu derselben Zeit ist in America es sehr kalt, also wahrscheinlich ein Nordstrom. *Biblioth. univ.* 19. *p.* 218. »*Nous disons à cette occasion, que l'hiver, dont on a eu à peine quelques signes en Europe semble avoir porté ses rigueurs sur le continent Américain. Une lettre du 27 Janvier annonce, que le thermomètre y est descendu plusieurs fois à* —15° *R. On dit même, que le froid a penetré jusque dans la zone aequatoriale.*

Ein so heiſser Luftstrom, als dieser SW. über Europa, muſs natürlich, wenn er mit stürmischer Schnelle in immer höhere Breiten eindringt, furchtbare Niederschläge geben, und dieser plötzliche Niederschlag wird der Gewitterbildung vorzüglich günstig seyn. Diese Niederschläge werden da, wo die Alpen wie eine Mauer ihn hemmen, Gebirgsniederschläge seyn, in der Ebene zuerst Niederschläge der Ostseite, dann die des durchgedrungenen SW., zuletzt im Verdrängen desselben durch eine kältere Luft Niederschläge der Westseite. Die der Ostseite mit fallendem Barometer und steigender Temperatur, die der Westseite mit steigendem Barometer und sich mindernder Wärme. Ganz dasselbe gilt für die Gewitter, die ich früher schon angeführt habe.

Daſs dieses atmosphärische Wasser aus fremden Gegenden herbeigeführt wird, läſst sich leicht beweisen. In Bushey Heath war im August die Verdunstung 4″ engl., die Regenmenge 2″,316, im December die Verdunstung 1″,500, die Regenmenge 4,617. Daſs es aber durch südliche Winde herbeigeführt wurde, läſst sich von Tanargue beweisen, denn in Joyeuse fielen im December 67‴,6 franz. Regen, in dem daneben liegenden Viviers 32‴,36. Wäre es aus nördlichen Winden gefallen, so hätte eher in Viviers die Regenmenge gröſser seyn müssen als in Joyeuse.

Digitized by Google

Jenseits der Alpen finden wir daher grofse Ueberschwemmungen durch Gebirgsgewässer. In Piemont führen die ausgetretenen Bäche Brücken und Häuser fort, die Scrivia erhebt sich bei Tortona zu einer aufserordentlichen Höhe, die Strafsen von da nach Plaisanze, von Turin nach Novi sind überschwemmt, alle Wege östlich und südlich von Genua sehr beschädigt. Auf dem Bernhard fallen in 24 Stunden 13 Zoll Schnee, und am 26., als der Wind nach NO. herumgeht, noch 9 Zoll. In Genf tritt die Wärme so plötzlich ein, dafs die Hygrometer von 100° auf 77° zurückgehen, da die Dampfcapacität um 5° plötzlich erhöht wird, erst mit steigendem Barometer fällt Regen und Hagel (Graupel). In Joyeuse fallen am 23. 8‴ Regen. Die Anzahl der Regentage ist in Paris im December die gröfste des Jahres, nämlich 18, die Regenmenge 6°498. Das Mittel von 1818—1825 ist nur 4,187, zugleich die Differenz des obern und untern Regenwassers im Mittel am gröfsten, am 24. oben 0,1, unten 0,250, am 25. oben 0,365, unten 0,650, am 28. bei einem zweiten Minimum 0,500 und 0,900. Howard sagt von London, eine solche Regenmenge ist für diesen Monat unerhört. Ueberall Donner und Blitz.

2) Das Minimum rückt fort in der Richtung des SW. Stroms. Von Brest nach Apenrade. (Vergl. die Tafeln bei Brandes.)

Da wo die ebene Fläche des Meeres dem Winde kein Hindernifs entgegenstellt, wird auch die Fortpflanzung des Effectes am ungestörtesten seyn. Aber wo eine Gebirgswand sich ihm entgegenstellt, wird nothwendig eine Anhäufung der Luft disseits der Gebirgswand stattfinden müssen, jenseits derselben hingegen eine sprungweise Erniedrigung des Barometers, und so finden wir auch, dafs jenseits der Alpen das Barometer plötzlich höher steht als disseits. In der Höhe, wo diefs Hindernifs aufhört, wird auch seine Wirkung aufhören, wir sehen daher auf dem St. Bernhard schon ein rasches Fal-

Digitized by G

len, während dieſs in den lombardischen Ebenen noch nicht bemerkt wird. Da aber die Differenzen des Drukkes, je tiefer am Boden, desto gröſser sind, so wird in den Spalten des Gebirges, wo die Luft hindurchdringen kann, dieſs mit der gröſsten Heftigkeit geschehen. Deswegen wüthet der Sturm in den Thälern weit heftiger als auf dem Gipfel der Berge. Diese Differenzen werden natürlich abnehmen, je länger der Strom dauert, und je mehr sich dessen Intensität vermindert, daher werden die Differenzen disseits und jenseits des Gebirges immer kleiner. Die Linie *ab*, Taf. VII. Fig. 8., welche die bedeutendsten Minima verbindet, giebt die Richtung des Stromes, eine darauf senkrechte Linie *cd* die Breite desselben, wenn sie bis zum Mittel verfolgt wird. Aus dem gegenseitigen Verhalten der neben einander flieſsenden Ströme folgt aber, daſs, wenn wir von der Mitte aus auf dieser senkrechten Linie *cd* fortgehen, wir immer höhere Barometerstände finden müssen. Die Barometerstände auf dieser Linie, deren Richtung von NW. nach SO. geht, sind der zu einer bestimmten Zeit beobachtete Totaleffect der Erscheinung. Dieser rückt fort parallel mit sich selbst in der Richtung des Stroms *ab*. Es rükken also so viel Minima fort, als Beobachtungsorte in der senkrechten Linie *cd* unterschieden sind. Von diesen Minimis ist eins das bedeutendste, nach beiden Seiten zu nehmen dieselben ab. Der Ort, wo das Barometer am tiefsten steht, braucht aber nicht in der absoluten Mitte des SW. Stromes zu liegen, denn die gröſste Geschwindigkeit eines fortflieſsenden Stromes wird selten in der Mitte desselben seyn. Verbindet man nun alle Orte, an welchen das Barometer gleich viel unter dem Mittel steht, so werden diese Linien, die ich früher isobarometrische genannt habe, keine Kreise seyn, sondern eher elliptisch, wie schon Brandes bemerkt. In welchem Sinne jene eliptischen Figuren ihre groſse und kleine Achse haben in der Richtung von NW. nach SO. oder

Digitized by Google

von SW. nach NO., hängt ab von dem Verhältnifs der Geschwindigkeit des Stromes zu der Breite desselben.

3) Dieses fortrückende Minimum stellt sich an einem bestimmten Orte dar als stürmischer Durchgang durch das Minimum der Windrose, also als eine Drehung.

O. SO. S. SW. W.

Helston. Fällt am 24. mit O., Minimum in der Nacht, steigt am 25. mit W., am 26. mit NW., neues Minimum mit SW. auf den NW. mit steigendem B. folgt.

London. Fällt am 24. mit SO. und beständigem Regen, steigt am 25. mit NW. Howard. Neues Min. S. SW. am 28. *London Societ.* O. S. Min. W.

Owensrow. Fällt mit SO. am 24. Min. 4 U. M., steigt mit heftigen Regen bei NW., dann N. und O.

Cambridge. Fällt am 24. mit SO., steigt am 25. und 26. mit W.

New Malton. Min. bei heftigem Südsturm, dann Blitz und Ströme von Regen, es mufs W. gefolgt seyn. Neue Wirbel.

La Chapelle. Wind ist SW. und W. im Monat, mittlere Temperatur des Monats 4—5° höher als gewöhnlich. Der Wind bei dem Minimum nicht angegeben.

Boulogne sur Mer. Fällt am 24. mit SSO. und S. Dann ist ONO. Nachmittag 2 Uhr angegeben. Von da fehlen die Windbeobachtungen. Gilbert bemerkt aber sehr richtig, die steigende Wärme von 9 Uhr Morgens den 24. bis 3 Uhr 25′ Morgens, den 25. scheint auf Fortdauer des südlichen Windes bis dahin zu deuten. Zuletzt steigt das Barometer entschieden mit WNW., während die Temperatur sich erniedrigt.

Paris. Fällt am 24. mit S., steigt am 25. mit WSW. SW. bleibt herrschend. Neues Minimum.

Joyeuse. Südsturm, Gewitter und Hagel, dann hell, Tardy de Brossy bemerkt, dafs er aus dem unaufhörlichen Auf- und Abschwanken des Barometers (vielen

Digitized by Google

Wirbeln), die er eine Art intermittirendes Fieber der Atmosphäre nennt, auf eine grofse Störung der Atmosphäre geschlossen habe.

Vivarais. Fällt mit SO. Sturm am 24. Mai, steigt am 25. mit W. und hellt sich auf.

Nismes. Fällt mit S. Sturm am 24. Min. SW. NW. Blitze in NO. SW. bleibt herrschend mit steigendem Barometer. Um 9 U. am 25. fällt unten NW. ein, aber die von SW. nach NO. ziehenden Wolken zeigen den fortdauernden SW.

Strasburg. Fällt mit SO. und O. am 24. bis Mitternacht. Blitze in S. und SW. Erst bei dem zweiten Minimum am 28. stürmische Windstöfse aus S. und SW.

Harlem. Fällt am 24. mit SO. OSO. SSO. Min. steigt mit SSW. SW.

Münster. Fällt mit SSO. SO. am 24. Min. steigt mit S. WSW.

Salz-Uffeln. Fällt mit SO. Min. steigt mit S.

Wetzlar. Fällt mit SSO. am 24., steigt am 25. SSW. SW.

Minden. Fällt mit SO. am 24., steigt am 25. mit S.

Göttingen. Fällt mit SO. SSO. am 24., steigt am 25. mit SW.

Halle. Leipzig. Fällt mit O. am 24., steigt am 25. mit SW. Sturm.

Annaberg. Fällt mit SO., Blitze in S. SW., steigt am 25. mit SW. W.

Augsburg. Fällt mit SW., steigt nach dem Min. mit stürmischem W. und Regen.

Carlsruhe. Min. bei SW., nur S. und SW. angegeben, eben so in

Zellerfeldt. Südsturm, nachher starker W., *Zschoppau* SW. Sturm bei Min., mit steigendem Bar. dicke Wolken, dann heiter. *Breslau.* Min. zwischen SW. u. S.

Leobschütz. Südsturm. *Prag.* Vor dem Min. nur

Digitized by Google

W. angegeben. Nach dem Min. steigt das Barometer, als der SW. sich in W. verwandelt.

Genf. Fällt mit SO. am 24., Min. bei SW., dann Regen und Hagel beim Steigen.

Bernhard. SW. Sturm beim Min.

Zürch. Fällt mit O., dann Min. bei SO., steigt mit W.

Turin. Hier findet sich ein vollkommen entgegengesetzter Wirbel, nämlich

NO. W. SW. O. NO. NNW.,

da der fortschreitende SW. Sturm an der Kette der Seealpen sich stemmen mufste, während er östlich von Turin in den lombardischen Ebenen kein solches Hindernifs findet.

Mailand. Nach schon vorhergegangenem Weststurm mit Blitzen, Min. bei SW., heitert sich auf, als das Barometer mit W. steigt. Am 26. neuer Regen mit SO.

Pavia. Fällt mit immer heftiger stürmendem SO., heitert sich auf beim Steigen mit SW.

Modena. Fällt mit SO. Sturm, Min. bei SW., trennende Helle, steigt mit W.

In *Bergamo* wird der Wind vollkommen als NO. reflectirt.

Padua. S. vor dem Min., steigt dann mit N. und Regen. Auch hier scheint in der der Wind Nacht nochmals als N. reflectirt worden zu seyn.

Venedig. Donner, Blitz, Hagel, Ueberschwemmung.

Florenz. SSW. Sturm, Min. SW.

Rom. Fällt mit SSO. und S., diefs wiederholt sich am 25.

Molfetta. Fällt mit SO., Min. bei heftigem SSW. Nur S. noch angegeben.

Palermo. Fällt mit heftigem SSW. und S., und steigt indem der heftige S. sich in SSW. und WSW. verwandelt.

Bergen. Nur die fallende Ostseite angegeben.

Digitized by Google

Christiania. Es mufs schon ein Wirbel gewesen seyn, denn es steht vor dem Min. NW. mit Regen. Min. bei SW.

Apenrade. Fällt mit O. SO. Min., steigt, als der SO. sich in S. verwandelt.

Königsberg. Fällt mit stürmisch werdendem SO. Nach dem Min. steigt es mit W., am 27. NNW., 28. ONO. Neue Drehung.

Tilsit. Vorher schon SW., Min. bei SO., steigt mit W.

Petersburg. Nur das Fallen angegeben mit O. SO. SSO.

Diese Uebereinstimmung spricht für sich selbst.

Minimum am 2. und 3. Februar 1823.

Taf. VII. Fig. 9.

Jenen grofsen Barometerfall im December 1821 sahen wir als eine Erscheinung des Südstromes, der Wochen lang vorher schon gedauert hatte, neue Minima mit wiederholten Regengüssen zeigten seine längere Fortdauer. Eine ganz andere Erscheinung bietet der zweite Fall dar. Wir sind hier am Ende einer langen Nordperiode. Am 8. December 1822 steht in Paris nach einem am zweiten vorhergegangenem Minimum von 734,68 bei S. das Barometer mit SO. schon 765,78, und erhält sich bis zum 29. in dieser Höhe, während die Windfahne 17 Tage hinter einander fast unbeweglich NO. zeigt, so dafs die Temperatur der letzten 3 Wochen des Decembers —4°,9 ist, das Mittel des Monats hingegen —0,5, das niedrigste in den verglichenen 10 Jahren, deren allgemeines Mittel +4°,16 ist, die Regenmenge die kleinste, nämlich 2ᶜ,885. Herrenschneider schreibt aus Strasburg: »Am 8. December sank die Temperatur unter den Gefrierpunkt, und seitdem haben wir 50 Tage ununterbrochenen Frost. Eine solche Dauer ist hier ohne Beispiel.« Ueberall in Deutschland ist es bitter kalt. Also ein entschiedener Nordstrom. Nun fängt das Barometer an allmählig zu sin-

Digitized by Google

sinken, aber bis zum 28. Januar bleiben östliche Winde herrschend mit fortwährend zurückspringenden Wirbeln, und höchst characteristisch sind alle südlichere Winde immer mit *faible* bezeichnet, *fort* steht nur bei NO. Nur am 15. Jan. dringt ein starker SSW. durch, erniedrigt das Barometer und erhöht die Temperatur. Doch von neuem treten Ostwinde mit neuer Kälte hervor, aber das niedrig bleibende Barometer und der 10 Tage hinter einander anhaltende Nebel bei bedecktem Himmel, zeigt hinreichend, dafs oben noch Südwinde herrschen, Dafs diefs keine blofse Vermuthung sey, läfst sich ans den St. Bernhard's Beobachtungen beweisen. Denn am 23. war in Paris bei O. und darauf folgenden NO. das Maximum der neuen Kälteperiode bei einem Barometerstande 746,64, der gar nicht diesem Winde entspricht; auf dem Bernhard ist aber Abends SW., der überhaupt in diesem Monat am häufigsten wehte, und die Temperatur ist im Hospiz -10° R., in Liddes $-8{,}2$, in Martigny $-11{,}5$. In den Beobachtungen steht daher: *C'est pour la seconde fois, dans cet hiver, que l'observation confirme une opinion de nos Valaisains, savoir que dans cette saison il fait souvent plus froid dans la plaine, qu'à moitié hauteur dans la montagne.* Wunderschön macht sich hier wieder der Tanargue, denn wenn ein wärmerer Wind oben weht, so wird der Berg bewirken, dafs eine kältere Luft in eine wärmere Gegend der Atmosphäre trete In Joyeuse regnete es daher mit SSW. $13'''$, unten am Fufs war Frost, 12 Lieus südlicher schneit es. — Das Barometer fällt nun immer mehr und erreicht am 2. Febr seinen niedrigsten Stand.

Wir finden bei diesem Minimum:

Zwei Stellen des geringsten Druckes *mn*, Taf. VII. Fig. 9., eine an der Westküste Englands, die andere im südlichen Frankreich.

Im nördlichen Deutschland, England und Norwegen NO. und N.

Digitized by Google

In der Mitte von Deutschland und Frankreich fast vollkommne Windstille, oben auf dem Bernhard SW.

In Lissabon und Constantinopel wüthende Stürme; bei Genua ein wie vom Sturm heftig bewegtes Meer.

Zur Verfolgung der beiden Centra fehlen für England die weiteren Beobachtungen nach NO. hin. Dafs aber dort ein neues Centrum liege beweisen die Beobachtungen, denn wir finden, dafs das Barometer unter dem Mittel steht, in

Gosport 15‴,4, London 13,2, Boston 11, Manchester 11, hingegen in Dieppe 14, Paris 14.

Das zweite Minimum rückt fort von SW. nach NO.

Nismes.	Avignon.	Toulouse.
Joyeuse.	Genf.	Strasburg.
Tübingen.	Bernhard.	Strasburg.
Cracau.	Leobschütz.	

Aus den Beobachtungen in Halle, Strasburg, Altona, Königsberg geht hervor, dafs ein nördlicher Strom mitten in den südlichen eindringt; aus den Nachrichten vom mittländischen Meer ist es wahrscheinlich, dafs in der ganzen Breite von Europa diesem ein südlicher entgegenweht. Zwei einander grade entgegenwehende Ströme müssen zwischen sich eine Windstille erzeugen.

Beispiele hievon sind: die Gegend unter dem Winde, W. Dunbar, Beschreibung def Orcane zu La Forêt in Louisiana, Gilb. Ann. Bd. 31. p. 421. Horsburgh sagt ausdrücklich: » es besiegt nicht selten ein mäfsiger Wind (*gentle breeze*) einen Sturm, wenn dieser letztere nicht lange genug in seiner Stärke anhält. Die Grenze, welche ein Wind durch seine Gegenwirkung dem andern setzt, verändert oft in 2—3 Stunden ihre Stelle nur wenig. Im September 1802 war an der südlichen Küste von China ein Sturm, in welchem eine spanische Fregatte und der Nautilus aus Calcutta unterginngen. Fünf Grad von der Küste hatten wir schön Wetter und schwachen Wind. Es kamen hohen Wellen ange-

Digitized by Google

rollt, und durch sie hielten wir uns für gewifs, dafs an der Küste ein Sturm gewesen sey. Der Seemann sagt dann, dafs zwei Winde mit einander fechten.«

Dieser nördliche Strom war aber nicht durchgedrungen. Diefs sehen wir aus den häufigen Niederschlägen, die an mehreren Orten heftige Gewitter wurden, den Beobachtungen auf dem St. Bernhard, wo wir nur stürmischen SW. finden, während in Genf gelinder NO. In Halle sind nur Cirri angegeben und gleiche Decke, in Paris *couvert*. Aus Avignon schreibt man: »in den Alpen mufs entweder sehr viel Regen gefallen seyn, oder der Wind eine grofse Menge Schnee zum Schmelzen gebracht haben, denn noch nie stieg im Februar die Rhone zu einer solchen Höhe. In Joyeuse fielen am 31. Jan. 27‴ Regen, am 2. Februar 15‴ In London regnete es von 9 Uhr Morgens den 1. Februar bis 9 U. M. den zweiten 0″,99 e. bei NO. und einer Temperatur von 42° F.

Dieser unten theilweise einfallende NO. wird aber dennoch als kälterer Wind das Barometer in Ost erhöhen, und da er in die Mitte des südlichen eindringt, so wird er das Minimum in zwei Hälften theilen; es wird also zwei Stellen des tiefsten Druckes geben.

Dieser nördliche Strom wird aber seinen hemmenden Einflufs nur auf den südlichen Sturm äufsern können, wo er ihm wirklich entgegenweht. Wir werden daher seine Wirkung auf beiden Seiten desselben am weitesten heraufrücken sehn, und so finden wir bei Constantinopel und Lissabon seine gröfste Heftigkeit, hingegen bei Genua, wo er nicht so weit hinaufrücken kann, nur seine Wirkung aus der Ferne, in dem bewegten Meer, das wüthend über die Mauern geht. Westlich von diesem eindringenden NO. haben wir die Fortsetzung des südlichen Stroms zu erwarten, das zeigen die nach der Westküste hin fallenden Barometerstände, und eine Nachricht aus Edinburg: »Den 2., 3. und 4. Februar fiel eine solche Menge Schnee mit SO., der in stürmischen

Digitized by Google

Intervallen wehte, dafs er in der Stadt selbst 7—8 Fufs lag, bei Berwick und New Castle 8 bis 10 Fufs, in den Thälern, wo der Wind ihn anhäufte, 30—40 Fufs.

Hier sind wir also in den östlichen Theilen Europa's auf der Ostseite eines Nordstroms, wie Calcutta im Mittel, wir dürfen also Wirbel im entgegengesetzten Sinne erwarten.

Ich werde das Minimum *n*, das vom südlichen Frankreich aus nach Schlesien sich fortpflanzt, das *südliche* Minimum nennen, das an den Westküsten Englands *m*, das *nördliche*. Gehen wir auf dem südlichen Minimum fort in der Linie *nk*, so werden wir SW. zu erwarten haben. Der Sinn der Drehung wird sich danach richten, ob der Beobachtungsort südlich oder nördlich von der Mitte des SW. Stroms liegt. Jenseits der Mitte (also die südlicheren Beobachtungen) mufs die Drehung seyn auf der Linie *nk*

S. SW. W. NW.

Diesseits der Mitte, also näher dem NO. Strom, hingegen auf der Linie *pl*

S. SO. O. NO.

im NO. Strom selbst einfacher NO.

Die Beobachtungen ergeben: *Molsetta*. SW. und WSW. abwechselnd.

Nismes. O. SO. S. SW. SO., Min. S. W., NW gewöhnliche Drehung.

Toulouse. S., Min. W., eben so.

Joyeuse. Nur NW. und SW. beide schwach. Störung durch den Tanargue.

Tübingen. O., Min. W.

Genua. Nur SW. und S. Winde angegeben. *Bernhard*. SW.

Wien. SO., Min. W.

Kniegnitz am Zobten in Schlesien. SSO. NW. Min. N.

Weiter nach dem NO. Strom hin, auf einer dem Mini-

Digitized by Google

mum parallelen Linie, müssen die Wirbel entgegengesetzt seyn.

Paris. SSO., OSO. bei Min. O.

Dieppe. SSO. S., Min. SO., dann O. In Brandes Abhandlung steht SSW. SW. W. Da dieſs hier durchaus nicht zu den übrigen Beobachtungen paſst, vermuthete ich einen Druckfehler. Sowohl in der *Bibliotheque universelle* als in Gilbert's Annalen finde ich aber SSO. S. SO. O.

In *Zürch* und *Cöln* nur SO. angegeben.

Leipzig. OSO., Min. NO.

Jena. SW. SO., Min. O. NO.

Tilsit. W. SW. O. N., Min. N.

Der NO. Strom selbst. Als näherer Uebergang.

Breslau. Windstille, dann NO., Min. Schnee NNW. W.

Halle. Zuerst noch fallend auf der Ostseite O. OSO., dann entgegengesetzte Drehung bei dem anrückenden NO., nämlich NW. O., Min. nun NO. bleibend.

Reiner nördlicher Strom: *Potsdam*, NNO.; *Gosport*, NO.; *Penzance*, NO.; *Strasburg*, NO.; *Appenrade*, ONO.; *Christiania*, N.; *Königsberg*, NO.

Ueber die Wirkung dieses eintretenden NO. geben die Königsberger Beobachtungen vom Pfarrer Sommer besonders belehrende Aufschlüsse. Nach einer dauernden strengen Kälte, Morgens 9 Uhr bis —23° R. bei fortwährenden Ostwinden, erhebt endlich ein durchgedrungener SW. am 31. das Thermometer über den Frostpunkt, am 31. SW. WSW. mit Regen. Vollkommene Windstille, der Rauch geht gerade in die Höhe. Den 1., 2., 3., 4. Februar nur NO. angegeben mit immer steigender Intensität. Dafs der NO. tief unten zuerst einfiel, zeigt folgende Bemerkung: »Die Thürme standen in Nebel, dann viel Nebel auch unten.

Am 2., den Tag über Schnee in gröfseren Flocken.

Digitized by Google

Abends liefs er nach. Dem niedrigen Stande des Barometers zufolge hätte ein Sturm seyn sollen, es war immer starker Wind NO. Am 3., unangenehm kalter Wind, die Kälte nahm Mittags und hernach Abends zu. Am 4., der Wind liefs gegen Mittag nach, gegen Abend stand eine trübere Bank in Ost, ob Schnee erfolgen wird? (der niedrigste Barometerstand selbst war am 2. Febr. Abends.) Mit steigendem Barometer blickt am 5. die Sonne einige Male durch; Cirrostrati und Schäfchen, die bald sich zusammenzogen (oben also immer noch SW.). Am 6. nach sparsamen Schnee brach sich die Decke, es bleiben nur Schäfchen und Cirrostrati, die sich verloren; Abends 6 Uhr heiter. Am 7. der Himmel ohne das geringste Wölkchen den Tag über, die Kälte wieder empfindlich.«

Die Beobachtungen ergeben dabei:

		Wind.	Int.	mittl. Temp.	m. Bar.	
31.	Jan.	SW. WSW.	1	+ 1,6 R.	331‴,63	Nebelregen. Nebel.
1.	Febr.	NO.	1. 2. 3	— 0,6	330,28	Windstille. Nebel.
2.	—	NO.	3	— 3,3	327,61	Flockenschnee. Min. Ab. 327,31
3.	—	NO.	3	— 8	328,77	trüb.
4.	—	NO.	3. 1. 1	— 8,6	333,17	—
5.	—	O.	1. 1. 2	— 8,1	334,79	Sonnenblicke, cirrostr. Schäfchen.
6.	—	NNO.	2	—13,1	338,01	Schnee. Wolken brechen. Cirrostr.
7.	—	NNO.	2	—17,8	340,30	vollkommen hell.
8.	—	O. ONO.	2. 3	—17,6	341,82	heiter.

Nun geht die gewöhnliche Drehung fort.

Hier haben wir eine Bank in Osten, während in Tilsit noch eine Drehung ist, hier schon fortwährenden NO. Soll man nun nicht glauben, dafs eine solche Bank entsteht, wenn verschiedene Winde einander zur Seite fliefsen. Als nach diesem Maximum und regelmäfsiger Drehung bald ein neuer Südstrom Frühlingsluft bringt, sind die Wolkenbänke nur in West angegeben. Das allmählige Ueberhandnehmen des NO. Stroms zeigt sich in allen begleitenden Erscheinungen, wie die Wolkenbildung allmählig immer höher hinauftritt, und endlich bei dem durchgedrungenen nördlichen Wind vollkommen

Digitized by Google

verschwindet, und in der wachsenden Intensität des Windes zeigt sich der Kampf der beiden Winde sehr deutlich. Zugleich geht hieraus hervor, wie vorsichtig man bei solchen Minimis in der Betrachtung des Fortrückens der Stelle des geringsten Drucks seyn mufs, da die störende Ursache des NO. hier in Königsberg schon am 1. Morgens ist, in den südlicheren Orten immer später eintritt. Die wirkliche Beobachtung ergiebt aber die Summe des Drukkes des herrschenden südlichen Windes + dem Drucke des unten nur theilweise einfallenden nördlichen, wir haben also eine deprimirende Ursache, die von SW. nach NO. fortschreitet, und zu gleicher Zeit eine erhebende, die von NO. nach SW. geht. Aber man kann sagen, wo denn die hohe Temperatur des südlichen Stromes sich zeige. Man mufs hier nothwendig auf die vorhergehende ungeheure Kälte Rücksicht nehmen. Da nun hier in Königsberg das Thermometer nach anhaltenden Ostwinden am 25. Januar —23° R. zeigte bei 341‴,17 Barometer, so glaube ich, mufs die Temperatur des ankommenden Südstromes, wenn am 30. das Thermometer schon +3° zeigt bei S., der gleich wieder durch einen NO. Wind verdrängt wird, sehr grofs gewesen seyn, denn eine Erhöhung der Temperatur um 26° R. in 5 Tagen ist alles, was man billiger Weise verlangen kann.

Am 1. November 1827 nach einem Minimum von 326,38 ging der Wind den 2. und 3. mit steigendem Barometer durch O. nach NO. An diesem Tage war in der Nordsee ein Sturm aus N., welches man aus der unregelmäfsigen Drehung hier im Voraus schliefsen konnte.

Aus der nähern Untersuchung jener merkwürdigen Barometerfälle erhellt aber, dafs auch für die Extreme der Satz sich bewährt, aus welchem sich alle Barometerveränderungen ableiten lassen: *barometrum thermometrum est, cujus oscillationes indicant, qualis sit quantitas, que differt observationis loci calor a vicinarum regionum, e quibus venti spirunt, temperie* (*de bar. mut.* 37.).

Digitized by

VII. *Ueber die Theorie der Elektricität; von Hrn. J. M. H. Bigeon in Lorient.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XXXVIII. p.* 150.)

Es giebt nur ein einziges elektrisches Fluidum, und seine gleichmäfsige Vertheilung in den Körpern macht den natürlichen, seine ungleichmäfsige Vertheilung den elektrischen Zustand derselben aus: diefs ist der von mir angenommene Satz, aus dem ich jetzt einige Folgerungen herleiten will. Im ersten Augenblick scheint dieser Satz mit der, von Aepinus entwickelten, Franklin'schen Theorie zusammenzufallen, welche, wie man allgemein glaubt, zu der Annahme einer permanenten Repulsion zwischen den Theilchen der Körper zwingen würde. Ich werde zeigen, dafs man daraus Resultate ziehen kann, die mit den allgemeinen Thatsachen in gröfserer Uebereinstimmung stehen.

Man nehme an, dafs die elektrischen Erscheinungen von einem imponderablen Fluidum hervorgebracht werden, dessen Theilchen sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen abstofsen, sich in einigen Körpern leicht, in andern dagegen schwierig bewegen, und sich im Innern der Körper beinahe so vertheilen, wie wenn diese keinen Einfluſs auf sie ausübten. Diefs gesetzt, seyen nun zwei Körper A und B vorhanden. Enthalten dieselben in gleichem Volumen eben so viel elektrisches Fluidum als das umgebende Mittel, so mufs, bei jeglicher Action dieses Fluidums, da alles ringsum symmetrisch ist, die gegenseitige Action dieser Körper Null seyn. Diefs ist der Fall des elektrischen Gleichgewichts, in welchem alle Körper in der Einheit des Volumens eine gleiche Menge elektrischen Fluidums enthalten; diese Menge sey hier mit E bezeichnet.

Digitized by Google

Ich nehme nun an, dafs A und B, statt im Spannungszustande E zu seyn, sich in den mit e und e' bezeichneten elektrischen Zuständen befinden; die gegenseitige Wirkung dieser beiden Körper wird das Product der Wirkung von A in die von B seyn. Es sey v das Volumen von A, welchen Körper wir, gleich wie B, zur Vereinfachung der Schlufsfolge als sphärisch voraussetzen. Man nehme nun in gleichem Abstande von B, und A B A' in einer gegen A symmetrischen Lage A' ein $0-0-0$ sphärischn Volumen $=v$ an; abgesehen von den Räumen A und A' wird der Rest des umgebenden Mittels symmetrisch auf B wirken und demselben keine Bewegung mitzutheilen trachten. Die Wirkung von A besteht also aus dem Unterschiede zwischen der von A und der von A', und wird $v(e-E)$ proportional seyn. Dagegen wird B, abgesehen von A, nach allen Richtungen gleich stark gezogen, und macht hinsichtlich des Theils E seiner Elektricität einen Theil des umgebenden Mittels aus; man braucht also nur den Ueberschufs von e' über E zu betrachten, und da v' das Volumen von B ist, so wird die Formel für die gegenseitige Wirkung: $kvv'(e-E)(e'-E)$, welche durch d^2 dividirt werden mufs, wenn man sie für den Abstand d zwischen beiden Körpern betrachtet. Der Coëfficient k hängt von der Natur der elektrischen Action ab.

Man sieht, dafs diese Formel die elektrischen Attractionen und Repulsionen genau unter den Umständen giebt, unter welchen das Experiment dieselben kennen gelehrt hat.

Wir haben stillschweigend angenommen, die Elektricität hafte an jedem Theilchen der Körper; diefs ist annähernd nur für die erste Zeit der Wirkung zwischen wenig leitenden Körpern wahr. In diesem Falle reicht die Wirkung eines einzigen Körpers nicht hin, um eine Attraction oder Repulsion zu bestimmen; sie wird in der That auf alle Theile des umgebenden Mittels ausgeübt;

Digitized by Google

alle müssen folglich gleichzeitig dahin streben, sich dem elektrisirten Körper zu nähern, oder sich von ihm zu entfernen, und dieses Streben kann nur eine Aenderung in der Dichte dieses Mittels, wenn es compressibel ist, bewirken. Wenn aber, ohne Veränderung des Mittels, der Körper *B* ein Leiter wird, so wird seine, in ihm bewegliche, Elektricität in den entferntesten Theil getrieben. Der benachbarte Theil wird, da er weniger Elektricität als das umgebende Mittel besitzt, stärker angezogen als der entfernteste abgestofsen, und es findet eine Attraction statt.

Die gelehrten Berechnungen des Hrn. Poisson über die Vertheilung der freien Elektricität im Innern von leitenden Körpern, lassen sich natürlich auf die Hypothese von einem einzigen Fluidum, und auf die von ihm nachgewiesene Action zwischen zwei elektrischen Moleculen anwenden. Man braucht nur zur Zahl der dem elektrischen Fluidum beigelegten Eigenschaften eine Art von Incompressibilität hinzuzufügen, und anzunehmen, dafs die Menge von Elektricität, welche man hinzuthun oder fortnehmen kann, unendlich klein sey in Bezug auf die, welche die Körper schon enthalten.

Ich bin zu glauben geneigt, dafs das elektrische Fluidum nicht incompressibel sey, und dafs seine grofse Expansivkraft hinreicht zu erklären, wie der Spannungsunterschied zwischen einem elektrisirten Körper und dem umgebenden Mittel fast Null ist im Innern der Körper. Nur eine strenge Analyse kann hier entscheiden. Ich habe mir vorgenommen diesen Gegenstand, wenn ich es vermag, sobald zu behandeln als es Zeit und Umstände erlauben.

Ich werde noch ein Wort über einen Versuch sagen, welcher einigen Personen im Widerspruch mit der Hypothese von einem einzigen elektrischen Fluidum zu stehen scheint, nämlich dem mit dem elektrischen Rade im Fall einer negativen Tension.

Digitized by Google

Diese Wirkung rührt von der Repulsion her, die zwischen den Theilen eines und desselben Stromes stattfinden; man kann sich einigermafsen Rechenschaft davon geben, wenn man erwägt, dafs die Spitze und das umgebende Mittel, welche in Berührung stehen, sich in jedem Augenblick in demselben elektrischen Zustand befinden, und dafs alsdann daraus eine Repulsion entstehen mufs.

Man kann fragen: in welchem Zustande die Elektricität sich in dem umgebenden Mittel befinde; ob sie jedem seiner Theilchen anhänge, oder ob sie von ihm unabhängig sey und gewissermafsen dem Aether angehöre. Nach der Angabe von Sir Humphry Davy finden die elektrischen Attractionen und Repulsionen noch im Vacuo des Barometers statt; und obgleich seine Versuche nicht in einem sehr ausgedehnten Vacuo angestellt sind, so darf man doch aus ihnen schliefsen, dafs im Vacuo elektrisches Fluidum enthalten seyn kann, und alsdann, dafs ein Theil des Fluidums unabhängig von dem ponderablen Medio vorhanden ist und dessen Molekulen nicht anhängt. Allein alles läfst glauben, dafs ein Theil desselben ihnen wirklich anhängt. So wird, in der atmosphärischen Luft, jedes Theilchen umgeben seyn von einer gewissen Menge von Elektricität, welche sich nur schwierig von demselben trennt; und wenn man nun in einen und denselben Raum eine neue Menge Luft hineinbringt oder aus demselben einen Theil der darin enthaltenen fortnimmt; oder im Allgemeinen, wenn man auf irgend eine Weise ihre Dichte vermehrt oder vermindert, wird man gleichzeitig ihre elektrische Spannung erhöhen oder vermindern; die in dem Raum befindlichen Körper, welche zuvor im Zustande des elektrischen Gleichgewichts waren, finden sich zu schwach oder zu stark gegen sie elektrisirt, und müssen nun die elektrischen Eigenschaften zeigen.

In der That habe ich dieses auch beobachtet, als ich unter einer Glasglocke, neben einem befestigten und

Digitized by Google

isolirten Hollundermarkkügelchen, ein anderes am Ende eines horizontalen Gummilackfadens angebrachtes Kügelchen mittelst eines einfachen Coconfadens aufhing. Eine sehr schwache Verringerung in der Dichte der innern Luft erzeugte immer eine beträchtliche Repulsion, die aufhörte, sobald man die Luft wieder hineinliefs. Ich überzeugte mich, dafs die auf den Kügelchen entwickelte Elektricität, im Falle einer Dilatation der Luft, Dufay's Glaselektricität oder Franklin's positive Elektricität war, wie alle Analogien auch glauben lassen mufsten.

Dieser Versuch widerspricht förmlich, wie mir scheint, der Theorie von zwei Elektricitäten; bei Fortnahme von natürlichem Fluidum, kann nur natürliches Fluidum zurückbleiben; und um diese Schwierigkeit zu heben, würde man, wie ich glaube, zu der Annahme gezwungen seyn, dafs die Luft mit positiver Elektricität, und der, von ihr unabhängige, Aether dagegen mit negativer Elektricität beladen wäre. Allein, ist eine solche Hypothese wohl annehmbar? Ich werde mich nicht bei einer Discussion über dieselbe aufhalten; man kann, wie ich hoffe, direct beweisen, dafs dem nicht so ist, und sie würde, eben so wie die Theorie, welche ich eben angab, in Bezug auf mehrere Erscheinungen, und besonders für die atmosphärische Elektricität zu interessanten Folgerungen führen, welche ich Willens bin ungesäumt auf dem Wege des Experiments zu studiren.

Man sieht ein, dafs sich der obige Versuch auf viele mehr oder weniger glänzende Weisen verändern läfst. Alle sind der Ausdruck einer und derselben Thatsache, und werden den an diese Art von Betrachtungen gewöhnten Personen ohne Mühe einfallen. Ich habe mir übrigens vorgenommen, diese Theorie und ihre Folgerungen in gröfserm Detail wieder aufzunehmen; allein ich glaube, dafs die gegenwärtige Notiz, so wie sie da ist, nicht ohne Interesse seyn, und einige neue Ideen über die Wirkungsart des elektrischen Fluidums erregen wird.

Digitized by Google

VIII. *Von der aus der Reibung zweier Metalle hervorgehenden Elektricitätsbewegung; von Hrn. Becquerel.*

(*Ann de chim. et de phys. XXXVIII. p.* 113.)

Die Reibung ist die am längsten bekannte Art, Elektricität in den Körpern zu entwickeln. Die Physiker, die sich mit ihr beschäftigten, haben die Versuche bis in's Unendliche vervielfältigt, in der Hoffnung, dadurch auf die Ursachen zurück zu kommen, von welchen diese sonderbare Eigenschaft abhängt; indefs haben ihre Untersuchungen nur wenig Licht über diese geheimnifsvollen Erscheinungen verbreitet; denn sie haben uns nur gelehrt, *dafs wenn man zwei Körper, von denen einer ein schlechter Elektricitätsleiter und der andere von beliebiger Natur ist, gegen einander reibt, jeder von ihnen einen Ueberschufs von entgegengesetzter Elektricität annimmt; dafs anscheinend keine Beziehung zwischen der Natur oder der Beschaffenheit der Substanzen und der von ihnen entwickelten Elektricität stattfindet; dafs die Resultate durch die Temperatur und den Zustand der Oberflächen in der Art abgeändert werden, dafs die negative Spannung durch Wärmezunahme, und die positive durch die Politur erhöht wird, so dafs, wenn man zwei Stücke von einer und derselben Substanz, von denen eins polirt und das andere nicht polirt ist, gegen einander reibt, das erstere positiv und das andere negativ wird.* Diefs ist der Zustand unserer Kenntnisse in Bezug auf die Elektricitätserregung durch Reibung.

Ich habe geglaubt, dafs es nöthig sey neue Versuche anzustellen, um ausgebreitetere Kenntnisse in diesem Theil der Physik zu erlangen; aber die Abhängigkeit der elektrischen Erscheinungen ist so grofs, dafs man, bis

Digitized by Google

ihre gegenseitigen Beziehungen bekannt und alle Dunkelheiten in der elektrischen Action zerstreut sind, immer gegen die aufgestellten Principien auf seiner Hut seyn mufs. Am besten verfährt man, wenn man die Thatsachen vervielfältigt, zusammenstellt und versucht sie durch eine Theorie zu verknüpfen, die man verläfst oder abändert, wenn neue Thatsachen nicht mehr auf sie bezogen werden können.

Bis jetzt hat man sich begnügt, diejenigen elektrischen Wirkungen zu studiren, die aus der Reibung von schlechten Elektricitätsleitern gegen einander oder gegen Metalle erfolgen; man weifs nichts über die Wirkung der Reibung zweier Metalle gegen einander; diefs ist die Aufgabe, die ich zu lösen gesucht habe.

Yelin, Mitglied der Academie zu München, ist der erste, welcher vor einigen Jahren gesucht hat, ohne Anwendung von Wärme, einen elektrischen Strom in einer metallischen Kette zu erregen. Er bediente sich Streifen von Wismuth und Antimon, welche an den Enden des Drahtes eines Galvanometers befestigt waren, und nahm einen Strom gewahr, als er sie auf einander setzte; ähnliche Wirkungen erhielt er mit andern Metallen. Einige Zeit darauf untersuchte ich diese Erscheinungen, und fand, dafs sie von Temperaturunterschieden in den Vereinigungspunkten des Drahts mit den Metallstreifen herrührten. Vielleicht stammten sie auch davon her, dafs im Moment, wo man die Flächen auf einander legte, eine geringe Reibung zwischen ihnen stattfand.

Es lassen sich zwei Apparate anwenden, um die elektrischen Wirkungen der Reibung zu beobachten. Der erste besteht in einem gewöhnlichen Galvanometer. An jedem Ende des Drahtes, aus welchem er besteht, befestigt man ein Metallblättchen, an einem z. B. eins von Antimon und am andern eins von Wismuth, und überzieht die Verbindungspunkte mit Kitt oder einem andern schlecht leitenden Körper, um die in diesen Punkten

Digitized by Google

durch Temperaturveränderungen entstehenden thermoelektrischen Actionen zu verhindern. Nachdem diese Vorsichtsmafsregeln getroffen sind, und die beiden Platten gleiche Temperatur erlangt haben, legt man sie auf einander. Es findet keine Verschiebung der Elektricität statt; sobald man aber eine gelinde Reibung bewirkt, zeigt sich augenblicklich ein Strom. Diese schwache Reibung reicht also hin, um die beiden Elektricitäten zu trennen, die sich zum Theil mittelst des Drahts wieder vereinigen.

Stellt man auf diese Art den Versuch mit mehreren Metalllamellen an, so bildet man die folgende Tafel, in welcher jedes Metall negativ ist gegen die auf ihn folgenden, und positiv gegen die ihm vorhergehenden:

Wismuth, Nickel, Kobalt, Palladium, Platin, Blei, Zinn, Gold, Silber, Kupfer, Zink, Eisen, Cadmium, Antimon.

Diese Ordnung ist dieselbe, wie für die elektrischen Wirkungen, welche sich in einer Kette, gebildet aus zwei mit ihren Enden zusammengelötheten Drähten von verschiedenen Metallen, zeigen, wenn man eine der Löthstellen erhitzt, während man die Temperatur der andern constant läfst. Da die Reibung, wie schwach sie auch seyn mag, Wärme erzeugt, so könnte man glauben, dafs sie hier eine thermo-elektrische Wirkung veranlasse, und in diesem Falle würde die Reibung nur als ein Wärme erregendes Mittel wirken. Allein dem ist nicht so; denn, wenn man eine Wismuth- und eine Antimonplatte nimmt, und dieselben, statt sie sanft zu reiben, durch wiederholte Schläge, mit Vermeidung aller Seitenreibung stark gegen einander drückt; so müssen die Flächen bei dieser Behandlung mehr Wärme erhalten, als durch eine sehr schwache Reibung; aber dennoch reicht sie nicht, um unter diesen Umständen eine thermo-elektrische Wirkung zu erzeugen, denn die Magnetnadel erleidet keine Ablenkung. Der elektrische Strom, welcher durch die

Digitized by

Reibung entsteht, hängt also von einer den Metalltheilchen in Richtung der Oberfläche ertheilten, besondern Erschütterungsart ab, und nicht von entwickelter Wärme.

Selbst, wenn man die beiden Platten, mittelst einer hölzernen Schraube, stark gegen einander drückt, läfst sich kein elektrischer Strom wahrnehmen.

Da die Wärme und die Reibung vibratorische Bewegungen in den Körpern erregen, so wäre es möglich, dafs die ähnlichen elektrischen Wirkungen, die aus ihnen erfolgen, ihrerseits ebenfalls Schwingungen einer besonderen Ordnung seyen. Was dieses glaublich macht, ist das: dafs die durch Reibung in den Metallen erregte Elektricität aus einer Action hervorgeht, die hinlänglich lange dauert, um einen Strom zu bestimmen, welcher, schon hiedurch allein, mit den sich fortpflanzenden Wellen Aehnlichkeit hat.

Wenn man diese Erscheinung durch die Annahme erklären wollte, dafs beim Contact die Theilchen der beiden Flächen in einem verschiedenen elektrischen Zustand seyen, und dafs im Moment, wo jedes von ihnen seinen Ort verändert, und sich mit einem andern Theilchen in Berührung setzt, die ursprünglich gebundene Elektricität frei werde; so würde die elektrische Reihe der Metalle dieselbe wie die von Volta entdeckte seyn müssen; da sie es aber nicht ist, so darf man daraus schliefsen, dafs diese Hypothese nicht zulässig ist. Ich mufs noch bemerken, dafs Nickel und Kobalt, Platin und Palladium, Zink und Cadmium, die fast immer zusammen vorkommen und chemisch einander sehr ähnlich sind, beinahe ähnliche elektrische Eigenschaften bei Erwärmung und bei Reibung besitzen.

Bei den vorhergehenden Versuchen habe ich zwei Scheiben von verschiedenen Metallen angewandt; allein man erhält auch schon einen elektrischen Strom, wenn sie von einem und demselben Metalle sind. Man mufs

nur

Digitized by Google

nur dafür sorgen, dafs dieselben Punkte der einen Scheibe hinter einander alle Punkte der Oberfläche der andern durchlaufen. Diese Bedingung wird erfüllt, wenn man statt der einen Scheibe einen Knopf nimmt.

Wismuth, Antimon, Eisen und Platin besitzen die Eigenschaft, dafs der Knopf positive Elektricität annimmt, wenn man ihn schnell über die Lamelle hinführt; gerade umgekehrt wie man es erwarten sollte, da der Knopf sich am stärksten erwärmt. Zink zeigt dieselbe Erscheinung, aber in einem geringeren Grade.

Eine Ausnahme macht das Kupfer, so wie mehrere andere Metalle, von denen ich nicht spreche, weil geringe Verschiedenheiten in dem Zustande ihrer Oberfläche die Resultate abändern.

Der zweite Apparat, welcher dazu dient, die Wirkung der Reibung bei den Metallen zu beobachten, ist von Hrn. Singer erdacht, und von demselben in seinen *Elements of Electricity etc.* (p. 318. und 473. der Uebersetzung von Müller S. 199. u. 394.) beschrieben. Dieser besteht aus einer Schale von Kupfer, die mit einer isolirenden Handhabe versehen, und, nach Art eines Siebes, von einer Menge kleiner Löcher durchbohrt ist, und mit Feilicht von Zink oder andern Metallen gefüllt wird. Man legt eine grofse Zinn- oder Kupferscheibe auf den oberen Theil eines Goldblatt-Elektrometers, hält die Kupferschale an der isolirenden Handhabe, und läfst durch deren Oeffnungen die Zinkspähne gehen, die nun, wenn sie auf das Elektrometer fallen, demselben bald Zeichen von positiver Elektricität geben. Untersucht man den Zustand des Kupfers, so findet man es negativ. Diesen Versuch kann man auch mit Feilspähnen von andern Metallen anstellen.

Hr. Singer hätte das, was bei diesem Versuche vorgeht, nicht den Wirkungen des Contacts zuschreiben sollen. Ueberdiefs sind nicht alle Resultate genau, welche er in seinem Werke angiebt; er konnte also nicht

Digitized by Google

die Folgerungen ziehen, zu welchen ich geführt wurde. Cavallo führt in seinem *Treatise of Electricity* einige Versuche über die Elektricität an, welche gewisse Pulver bei ihrer Reibung gegen verschiedene Körper annehmen; allein er sagt nichts über die Wirkungen, welche entwickelt werden, wenn der Körper und das darübergehende Pulver aus Metallen bestehen, indem er sich folgendermafsen ausdrückt: „Man mufs bemerken, dafs das Pulver, wenn es, wie die Amalgame der Metalle u. s. w., von elektrischer Natur ist, in einer elektrischen Substanz, z. B. einem Glasgefäfs, einem Wachskuchen u. s. w., gehalten werden mufs u. s. w.“

Wenn die Methode von Singer mit Nutzen angewandt werden soll, so bedarf sie mehrerer Abänderungen. Die erste besteht darin, dafs man das Sieb, da es, wenn die Feilspähne zart sind, schwierig vollkommen zu reinigen ist, durch eine blofse Metallplatte ersetzt, welche man geneigt hält, während man die Feilspähne darauf schüttet; letztere fallen nun in den Recipienten, wo sie die beim Hinabgleiten längs dem Metall erlangte Elektricität absetzen. Durch diese Abänderung erlangt man den Vortheil, dafs man der Oberfläche der Scheibe jeden beliebigen Grad von Politur geben kann. Die zweite Abänderung besteht darin, dafs man die Scheibe nicht isolirt, damit die Elektricität, welche sie in jedem Augenblick erhält, abfliefsen könne, und der späteren Entwicklung von Elektricität nicht schade. Um endlich den Apparat, der zur Erkennung der Art der entwickelten Elektricität gebraucht wird, empfindlich zu machen, mufs man die Kupferschale, in welche die Feilspähne fallen, an einen Stab von demselben Metalle schrauben, welcher an seinem Ende ein Goldblättchen trägt, das man zwischen die entgegengesetzten Pole einer trocknen Säule stellt. Der Erfolg der Versuche hängt von der Isolirung des Stabes ab, in Bezug auf die Glocke, in der er befestigt ist; denn, wenn die Isolation unvollkommen ist, fliefst, bei

Digitized by Google

feuchtem Wetter, die Elektricität längs der Glocke ab, und dann bleibt das Goldblättchen in Ruhe. Um diesem Uebelstande zuvorzukommen, überzieht man eine Glasröhre innerlich und äufserlich mit mehreren Lagen von Gummilack-Firnifs, steckt den Metallstab hinein und hält denselben, in Richtung der Axe, mittelst eines Stöpsels von Gummilack. Eine, am obern Ende des Stabes angebrachte, Zwinge von Kupfer, bedeckt die Mündung der Röhre, ohne dieselbe zu berühren, und hindert hiedurch, dafs die in ihr befindliche Luft sich erneuert, da sie nur sehr schwierig in den Capillaröffnungen circulirt. Nachdem dieses bewerkstelligt ist, steckt man die Röhre zum Theil in die obere Oeffnung der Glocke und befestigt sie darin mittelst eines Kittes. Diese, von Singer herstammende, Isolationsmethode ist ohne Widerrede die beste. Hält man dann den Apparat in einem durch Chlorcalcium ausgetrockneten Medio, so arbeitet man unter den günstigsten Umständen.

Es ist leicht zu erweisen, dafs die Elektricität, welche die Feilspähne beim Verlassen der Scheibe erhalten, von der Reibung und nicht von einer Wirkung der Berührung herrührt. Es seyen nämlich ein Zink- und ein Kupferstreifen mit den Enden zusammengelöthet; man halte den ersteren mit den Fingern und belege den andern mit einem Stücke feuchten Papiers, auf welchem man Kupferfeilicht ausbreitet. Es ist klar, dafs alle Theile des letzteren dieselbe elektrische Spannung wie der Kupferstreifen besitzen, weil der Papierstreifen hier als Leiter wirkt. Wenn also, im ersteren Falle, der Wirkung von einer elektromotorischen Action abhinge, würde man im zweiten Falle dasselbe Resultat erhalten, d. h. die Feilspähne würden der Kapsel, beim Hineinfallen in dieselbe, die negative Elektricität des Kupferstreifens mittheilen; allein der Apparat giebt keine Anzeigen von derselben, und mithin rührt die Elektricität, welche durch

Digitized by

die Kupferspähne beim Rollen auf dem Zinkstreifen entwikkelt wird, von der Reibung zwischen beiden her.

Mit dem auf die angegebene Weise abgeänderten Apparat erhält man folgende Resultate. Wenn Feilspähne eines Metalles über eine Scheibe desselben Metalles gehen, nimmt diese einen Ueberschufs von positiver Elektricität an, während jene einen Ueberschufs von negativer Elektricität annehmen.

Gold, Silber und Platin besitzen dieselbe Eigenschaft, aber in einem geringeren Grade.

Der Zustand der Zertheilung giebt also bei den Metallen zu elektrischen Erscheinungen Anlafs, die denen ähnlich sind, welche man beim Reiben eines mattgeschliffenen Glases gegen ein Glas mit spiegelnder Oberfläche erhält. Die Feilspähne dürfen indefs hier nicht als mattgeschliffene oder mit einer schwachen Oxydhaut überzogene Körper betrachtet werden; denn man erhält dasselbe Resultat, wenn jedes Korn mehrere Millimeter grofs ist, und dessen Flächen polirt sind; mithin hat der Zertheilungszustand der Körper wirklich einen Einflufs auf die Erzeugung des angegebenen Phänomens.

Kupferfeilicht ist negativ gegen Zink, Blei, Zinn, Eisen, Wismuth und Antimon, d. h. gegen Metalle, die positiver als dasselbe sind; dagegen giebt es keine Zeichen von Elektricität mit Platin, Gold und Silber. Alle Resultate, welche ich beibringen konnte, neigen dahin, die Wahrheit zu beweisen, dafs die Metalle, wenn sie in Form von Feilspähnen auf eine Metallscheibe fallen, eine Tendenz zur Annahme von negativer Elektricität besitzen, dafs aber dennoch die Feilspähne eines positiven Metalles durch diese Tendenz nicht gehindert werden, positiv gegen die negativeren Metalle zu seyn.

Die Metalloxyde, so wie die Schwefelmetalle, sind negativ gegen die Metalle, aus denen sie hervortreten. Man mufs vermeiden, dafs die Pulver zu fein seyen, denn sie haften sonst an den Metallflächen, bleiben daran sitzen,

Digitized by Google

und verhindern die Reibung der Theile, welche hernach kommen. Die Reibungswirkungen, die man mit den intermediären Metallen erhält, sind sehr schwach, und deshalb halte ich es für zweckmäfsig, die Tafel der elektrischen Eigenschaften dieser Metalle nicht zu geben, aus Furcht, dafs sie nicht genau seyen.

Ich wurde natürlich darauf geführt, die obigen Resultate mit denen mit dem Galvanometer erhaltenen zu vergleichen.

Wegen der Verschiedenheit in der Wirkung zwischen einem Metall in Form von Feilspähnen und dem nämlichen in Masse, ist es schwierig Beziehungen zwischen den erwähnten Resultaten anzustellen, um so mehr, als es unmöglich ist, zu beobachten, was in einem Galvanometer vorgeht, wenn eins der Metalle als Feilspähne angewandt wird; denn, wenn man Antimonspähne auf eine Scheibe desselben Metalls schüttet, die an einem Ende des Drahts befestigt ist, und nun eine Wismuthscheibe mit Reibung über die Feilspähne hinweggehen läfst, so zeigt sich kein Strom, obgleich die Kette geschlossen ist. Man mufs also hier aus schliefsen, dafs, wenn die Oberfläche der Scheibe, auf welche man die oben erwähnte Erschütterung erregt, nicht continuirlich ist, diese Erschütterung sich nicht durch die ganze Kette verpflanzt. Man sieht also, wie schwierig es ist, einen Vergleich zwischen den oben erwähnten Resultaten anzustellen.

Es ist hier noch eine wichtige Bemerkung zu machen, nämlich die: dafs die Elektricität, welche bei Reibung zweier Metalle gegen einander, z. B. zwischen Antimon und Wismuth, entwickelt wird, aufhört ihre Wirkung zu zeigen, wenn die metallische Kette durch eine Flüssigkeit, selbst durch eine sehr gut leitende, unterbrochen wird. Diese Art von Strom pflanzt sich also nicht durch eine Flüssigkeit fort.

Ohne etwas über die Natur des elektrischen Prin-

Digitized by Google

cips zu entscheiden, glaube ich doch, dafs die in dieser Abhandlung enthaltenen Beobachtungen von der Art sind, dafs sie die Aufmerksamkeit der Physiker auf eine sich auf sie beziehende Frage lenken, deren Lösung sehr viel zur Aufklärung der von dem Lichte, der Elektricität und dem Magnetismus abhängenden Erscheinung beitragen wird.

IX. *Ueber die elektrischen Eigenschaften des Turmalins.*

Die von einigen Physikern aufgestellte Hypothese, dafs die Atome der Körper mit elektrischen Eigenschaften, ähnlich denen durch Erwärmung in Turmalin erregten, begabt seyen, hat Hrn. Becquerel Veranlassung gegeben, das elektrische Verhalten dieses Krystalles näher zu prüfen. Diese Untersuchung, welche in den *Annal. de chim. et de phys. T. XXXVII. p.* 5. und 355. mitgetheilt ist, hat ihn zu dem Schlusse geführt, dafs man die chemischen Actionen nicht durch jene Hypothese erklären könne, weil die elektrische Spannung bei den Turmalinen nur so lange dauert, als eine Erhöhung oder Senkung der Temperatur stattfindet, wonach also die chemischen Verbindungen zerfallen müfsten, sobald die Temperatur stationär würde; auch setzt er hinzu, sehe man nicht ein, wie, selbst bei der Annahme einer permanenten Polarität der Atome, analoge elektrische Modificationen, wie die, welche bei Temperaturerhöhungen im Turmalin beobachtet werden, die Erscheinungen der chemischen Verwandtschaft hervorbringen könnten. Die Versuche, worauf sich diese Folgerung gründet, bestätigen die schon bekannten Erfahrungen, dafs der Turmalin (wenn er nicht vorher durch Temperaturänderungen elektrisch geworden ist) in constanter Temperatur keine freie

Digitized by Google

Elektricität zeigt, dafs er dagegen elektrisch wird, wenn die Temperatur steigt oder sinkt, und dafs er hiebei weder Elektricität abgiebt, noch von der Umgebung aufnimmt, sondern aus sich selbst entwickelt. Uebereinstimmend mit dem von Bergmann aufgestellten Gesetze fand Hr. B., dafs der Turmalin, bei überall gleich starker Erwärmung, an seinen Enden entgegengesetzte Pole bekommt, die ihre Lage gegenseitig vertauschen, wenn er in allen seinen Theilen gleichmäfsig erkaltet *). Dagegen konnte Hr. Becquerel die Angabe von Haüy, dafs während des Erkaltens die anfängliche Polarität verschwinde, und darauf, bei fortwährendem Sinken der Temperatur, im entgegengesetzten Sinne wieder hervortrete, bei keinem Turmalin bestätigt finden.

Um zu sehen, wie die Intensität der Pole bei gleichmäfsiger Erwärmung oder Erkältung zu- oder abnehme,

*) Welches der Enden des Turmalinprisma's, die, wie bekannt, in der Regel ungleich ausgebildet sind, bei gleichmäfsiger Erwärmung oder Erkältung eigentlich positiv oder negativ elektrisch werde, verdiente wohl einer neuen Bestimmung. Haüy, obgleich er das Relative in der Lage der Pole kennt, sagt in seinem *Traité de physique* 1828, *T. I. p.* 507., dafs bei der von ihm Tourmalin isogone genannten Varietät der positive Pol seinen Sitz in dem Ende mit 6 Flächen und der negative in dem mit 3 Flächen habe. Diese Angabe, welche auch Brewster in seinem Aufsatz über die Pyroelektricität wiederholt hat (diese Ann. Bd. 78. S. 300.), lehrt offenbar über die Lage der Pole so gut wie nichts. Aus der Art, wie Biot in seinem *Traité, T. II. p.* 424., einen Versuch mit der erwähnten Varietät beschreibt, scheint zu folgen, dafs jene Angaben sich auf den Zustand des Erkaltens beziehen, denn der Krystall wurde nach dem Herausziehen aus heifsem Wasser geprüft. — Die Resultate der älteren Versuche, namentlich der von Bergmann und Wilcke, welche letztere Hrn. Becquerel ganz unbekannt geblieben zu seyn scheinen, findet man übrigens in den Abhandlungen der K. schwed. Academie für 1766 und 1768 (der deutsch. Uebers. Bd. 28. und 30.), so wie verglichen mit den Erscheinungen bei der Zambonischen Säule, und mit einigen neuen Thatsachen vermehrt, von Jaeger dargestellt in dies. Ann. Bd. 55. S. 369. *P.*

Digitized by

hing Hr. B. einen Turmalinkrystall, in einen Papierbügel gesteckt, an einem Seidenfaden auf, in einem Glasgefäfse, welches in Quecksilber stand, dessen Temperatur durch eine Weingeistlampe erhöht wurde. Nahe an jedem Ende des Krystalls war ein Eisenstab angebracht, der mit einem Pole einer trocknen Säule in Verbindung stand. Sobald der Turmalin elektrisch geworden war, stellte er sich zwischen die beiden Stäbe, ihnen die entgegengesetzten Pole zuwendend, und als man ihn aus dieser Lage ablenkte, konnte man mittelst der Oscillationen die relative Intensität seiner Pole bestimmen, da die der Säule, welche dem Einflufs der Wärme entzogen war, während der Dauer des Versuchs als constant angesehen werden konnte. Die Anzahl der Schwingungen, in gleicher Zeit, als die Temperatur respective

war: 100°; 90°; 80°; 70°; 60°; 50°; 40°; 30°; 20°;
betrug: 6 ; 10 ; 13 ; 15 ; 15 ; 15 ; 14 ; 13 ; 7 ;

woraus hervorgeht, dafs die elektrische Intensität beim Erkalten nicht der Temperatur proportional ist. Der Turmalin war übrigens bis 115° erhitzt worden, und zeigte bei 105° C. die erste, und bei 15° C. die letzte Spur von Elektricität. Beim Erwärmen zeigte sich Hrn. B. die Elektricität zuerst bei 30° C., und sie war noch bei 150° C. bemerkbar; die Intensität bei Erwärmung zu messen, fand Hr. B. nicht ausführbar.

Bei ungleichmäfsiger Erwärmung des Turmalins findet nach Hrn. B. ein sonderbarer Umstand statt. Als er nämlich einen Krystall, der in der Mitte mittelst eines Platindrahtes an einer Glasröhre befestigt war, mit jedem seiner Enden in eine kleine dicht anschliefsende Glasröhre steckte, und eine dieser Röhren erhitzte, so dafs nur das darin befindliche Ende erwärmt wurde und das andere in seiner Temperatur nicht stieg, fand er, dafs die ganze erwärmte Hälfte nur *eine* Elektricität zeigte, und das Uebrige unelektrisch blieb. Er überzeugte sich hievon, als er successiv alle Punkte des Turmalins mit dem Cou-

Digitized by Google

lombschen Elektrometer prüfte. Die Elektricität war übrigens, nach der Natur des erwärmten Endes, entweder positiv oder negativ.

Im letzten Theile seiner Arbeit untersuchte Hr. B., welchen Einfluſs die Schnelligkeit der Temperaturänderung und die Beschaffenheit, namentlich die Länge der Krystalle, auf die Elektricitätserregung habe. Er fand daſs die Turmaline, welche einer hohen elektrischen Polarität fähig sind, dieselbe sowohl durch langsame als durch rasche Erwärmung erhalten, während die wenig elektrischen sie nur durch das letztere Verfahren erlangen. Aus mehreren Versuchen mit Krystallen von verschiedenen Fundorten erhielt er das, auch schon bekannte, Resultat, daſs die kleinsten am leichtesten elektrisch werden, und gröſsere, von 5 bis 6 Centimeter Länge, sich nicht mehr bei langsamer Erwärmung elektrisiren lassen. Hieraus, und aus der ihm von Hrn. Ajasson mitgetheilten Thatsache, daſs die Stücke eines durch Zufall zerbrochenen langen Krystalls durch Erwärmung elektrisch wurden, während derselbe als Ganzes dadurch nicht hatte elektrisirt werden können, zieht Hr. Becquerel den Schluſs, daſs die integrirenden Molecule des Turmalins eine sehr intensive elektrische Intensität durch sehr schwache Temperaturvariationen erlangen müssen.

Hr. B. hat auch einige Versuche über das elektrische Verhalten des erwärmten Glases angestellt, die indeſs bis zu einem der nächsten Hefte verspart bleiben mögen.

X. *Einfluſs des Magnetismus auf die chemischen Actionen.*

Der Abt Rendu, Professor der Physik zu Chambéry, hat der Pariser Academie durch Hrn. Biot folgende Beobachtung mittheilen lassen. Er hing an jeden Pol eines Hufeisenmagneten einen Eisendraht auf, und

Digitized by

steckte diese Drähte in die beiden Arme einer V förmig gebogenen Röhre, die mit einem Aufgufs von rothem Kohl gefüllt war. Nach Verlauf einer Viertelstunde hatte die Flüssigkeit eine grüne Farbe angenommen, und zwar in beiden Armen *dieselbe*. Auf Ersuchen des Hrn. Biot veränderte er den Versuch dahin, dafs er die an dem Magneten hängenden Drähte in kleine unten verschlossene Glasröhren steckte, die nun in die Flüssigkeit getaucht wurden; aber auch diefsmal wurde dieselbe eben so intensiv grün wie zuvor, nur waren zwei Tage dazu erforderlich. Für sich allein so lange aufbewahrt, wird der Aufgufs nicht grün, sondern roth. — Bei Mittheilung dieser, wie mir scheint noch sehr problematischen, Beobachtung werden in den *Annal. de chim. et de phys. T.* 38. *p.* 196. die früheren Beobachtungen von Ritter, Maschmann und Hansteen hinzugefügt.

Berichtigungen.

Seite 49. Zeile 5. nach Ronneby ist einzuschalten: in Blekingen

— 124. Z. 18. heifst die Formel: $e = am\sqrt[t]{1+\beta t}$

— 144. Z. 15. $4R\cos 2\lambda = y$ statt $4R\cos 2\lambda = q$

— 148. Z. 4. v. u. $y = 4R\cos 2\lambda$ statt $\gamma = 4R\cos 2\lambda$

— 455. Z. 1. mufs es heifsen: falls das Metall vom Schwefel ein Atom und vom Chlor zwei

— 406. Z. 18. Schwingungen, statt Strecken

— 411. Z. 16. 10,8 statt 108

— 411. Z. 18. 100 statt 10

— 463. Z. 4. Existenz einer Classe von Salzen, statt Gegenwart eines der Salze

— 477. Z. 12. v. u. im Durchsehen, statt durchsichtigen

— 482. Z. 13. Sesquioxydul, statt Sesquioxyd

— 488. Z. 4. und, statt oder

— 507. Z. 23. in diesem Fossil, als in dem von Riddarhyttan, statt in dem Fossil von Riddarhyttan

— 508. Z. 4. 12,52 statt 122,52

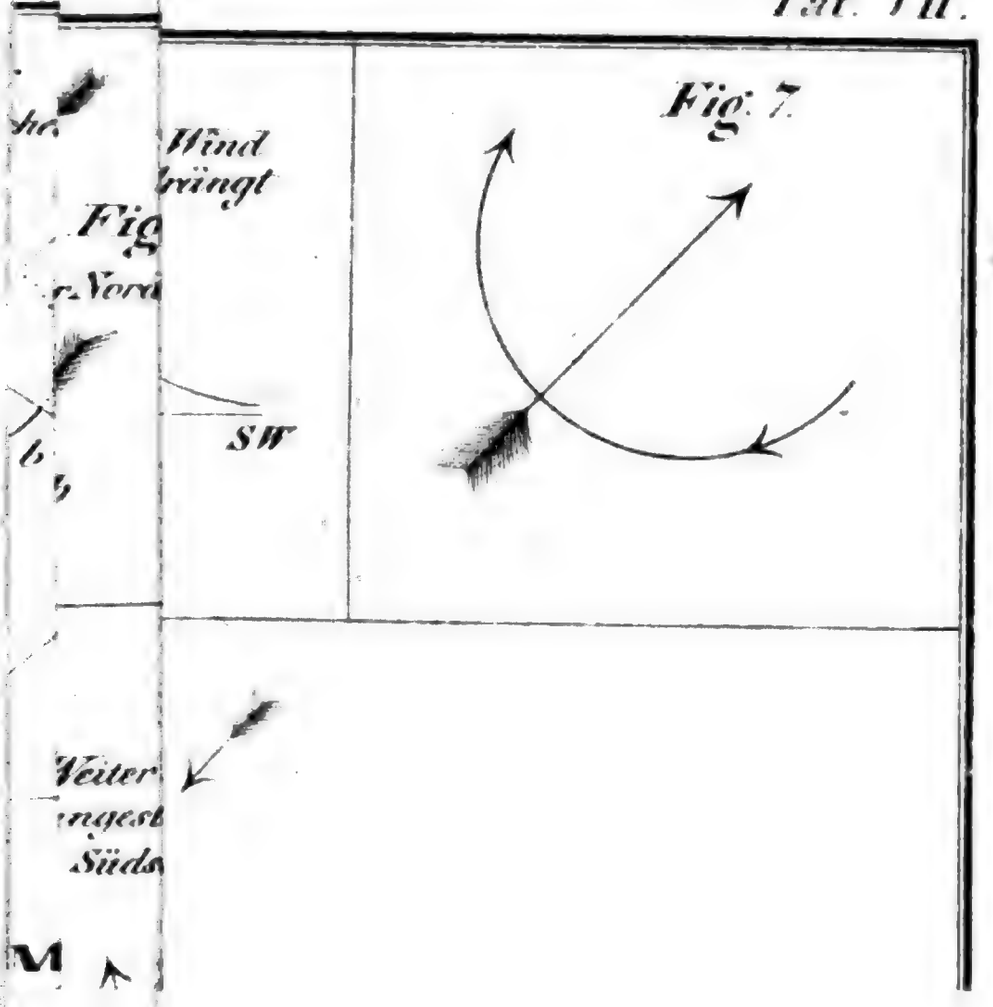
— 531. Z. 20. Platin statt Osmium

In Bezug auf die Abhandlung des Hrn. Berzelius ist zu bemerken, dafs derselben noch die Analysen einiger americanischen Platinerze folgen werden.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

Digitized by Google

Taf. III.



Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

VIERZEHNTER BAND.

DER GANZEN FOLGE NEUNZIGSTER.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1828.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Digitized

Digitized by Google

Inhalt

des Bandes XIV. der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

I. Ueber den Gebrauch der analytischen Optik bei der Construction optischer Werkzeuge, und über die Uebereinstimmung der dadurch erhaltenen Resultate mit der Erfahrung; von L. Schleiermacher. 1

II. Ueber den Fall einer Linse längs einer geneigten Ebene. 44

III. Untersuchungen über die Brechung des farbigen Lichts im Bergkrystall und Kalkspath, von F. Rudberg. . . . 45

IV. Versuche über die permanenten Rotationsaxen. . . . 57

V. Beschreibung eines neuen Windmessers; von G. G. Schmidt. 59

VI. Ueber die bei Tage mit Fernröhren gesehenen und für Sternschnuppen gehaltenen Lichtpunkte. 69

VII. Ueber den Gegensatz zwischen galvanisch-elektrischen Primär- und Secundärketten, und über die durch die Magnetnadel bestimmte Thätigkeitsrichtung in beiden. Ein Schreiben an Hrn. Prof. Oersted von G. F. Pohl. 71

VIII. Ueber den Strahlkies von Grofs-Allmerode in Hessen; von Friedrich Köhler. 91

IX. Ueber eine ungewöhnliche Form des Schwefelkieses; von Gustav Rose. 97

Digitized by Google

Seite

X. Ueber einige auf trocknem Wege erhaltene Doppelsalze und andere Verbindungen; von Hrn. P. Berthier. . . . 100

XI. Bromarsenik, Bromwismuth, über Bromantimon und Oxy-Bromüre; von Hrn. Serullas. 111

Bromhydrat. S. 114. Arsenikjodür. S. 114.

XII. Ueber die Harze des Stocklacks, Körner- und Schellacks; von Otto Unverdorben. 116

XIII. Ein vorläufiges Wort über Contactbildungen; von M. Keilbau. 131

XIV. Ueber das Psychrometer; von E. F. August. . . . 137

XV. Analyse des Brochantits; von G. Magnus. 141

XVI. Ueber den Einfluſs der Kohlensäure auf die Zersetzung des Wassers durch Eisen; von Hrn. Marshall Hall. . . 145

XVII. Ueber die Gegenwart des Ammoniaks im natürlichen Eisenoxyde; von Hrn. Chevallier. 147

XVIII. Versuche mit glühendem Eisen in Bezug auf Magnetismus und Elektricität; von Hrn. W. Ritchie. 150

XIX. Ueber die von Priestley beobachteten elektrischen Erscheinungen; von Hrn. Nobili. 153

XX. Vergleichung zwischen den beiden empfindlichsten Galvanometern, dem Frosche und dem Multiplicator mit zwei Nadeln; nebst einigen andern Resultaten; von Herrn Nobili. 157

XXI. Bemerkung über ein von Hrn. Poisson für die Extension elastischer Drähte aufgestelltes Theorem; von W. Weber. 174

XXII. Ueber die Zusammendrückung einer Kugel; von Hrn. Poisson. 177

XXIII. Ueber das Magnium. 181

XXIV. Neue Selenfossilien. 182

XXV. Ueber das Verhalten der Phosphorwasserstoffgase gegen Auflösungen von Metallen; von Heinrich Rose. . . 183

XXVI. Ueber das Aufschlieſsen von Kieselfossilien über der Weingeistlampe. 189

XXVII. Ueber den Weifsit. 190

XXVIII. Desoxydation der Lackmustinktur. 190

Digitized by Google

Seite

Zweites Stück.

I. Resultate von v. Sömmering's Beobachtungen der Sonnenflecken 191
II. Mineralogische Beschreibung der Manganerze; von Wilhelm Haidinger. 197
III. Chemische Untersuchung der Manganerze; von E. Turner. 211
IV. Der Erinit, eine neue Mineralspecies. 228
V. Zeichnungsmethode für triklinometrische Krystalle; von C. Naumann. 229
VI. Krystallographische Notiz; von C. Naumann. . . . 235
VII. Der Nontronit, ein neues Mineral. 238
VIII. Ueber einige neue Verbindungen des Platinchlorürs; von G. Magnus. 239
IX. Ueber die Einwirkung der Blausäure und des Camphers auf die Pflanzen; von H. R. Göppert. 243
X. Ueber die Einwirkung der sogenannten narkotischen Gifte auf die Pflanzen; von H. R. Göppert. 252
XI. Ueber die Wirkung der giftigen Gase auf die Pflanzen; von E. Turner und R. Christison. 259
XII. Ueber die Wirkung zwischen Schwefelsäure und Alkohol, und über die Natur des Prozesses der Aetherbildung; von H. Hennell. 273
XIII. Von der Wirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol, und den aus ihr hervorgehenden Produkten; von Serullas.. 283
XIV. Ueber ein Mittel, Metalle in Säuren aufzulösen; und über die Fabrication einiger Metallsalze; von J. E. Bérard. 285
XV. Mikroskopische Beobachtungen über die im Pollen der Pflanzen enthaltenen Partikeln, und das allgemeine Vorkommen activer Molecüle in organischen und unorganischen Körpern; von Robert Brown. 294
XVI. Bericht von einer Reihe von Versuchen zur Construction von achromatischen Fernröhren mit einer Flüssigkeit; von P. Barlow. 313

Digitized by Google

Seite

XVII. Ueber die Construction grofser achromatischer Fernröhre; von Hrn. Rogers. 324

XVIII. Bemerkung über die Auflösung des Selens in Schwefelsäure; von G. Magnus. 328

XIX. Fortsetzung der Analyse des Platins vom Ural; von G. Osann. 329

XX. Chemische Zerlegung des Klingsteins oder Phonoliths; von C. G. Gmelin. 357

XXI. Ueber die künstliche Darstellung einer dem Ultramarin ähnlichen Farbe; von C. G. Gmelin. 363

XXII. Ueber Capitain Parry's und Lieutenants Foster's Versuche über die Geschwindigkeit des Schalls. 371

XXIII. Tafel über die Inclination und ganze Intensität der magnetischen Kraft, nach den neuesten Bestimmungen. . . . 376

XXIV. Ueber die Messung schwacher elektrischer Kräfte; von Hrn. Bary 380

XXV. Elektrische Säule von einem einzigen Metall und ohne Flüssigkeit. 386

XXVI. Ueber die Abscheidung des reinen Kohlenstoffs oder Diamants aus Schwefelkohlenstoff durch Phosphor; von Hrn. Gannal. 387

XXVII. Ueber das Kohlensäuregas in der Atmosphäre; von Hrn. Th. Saussure. 390

XXVIII. Vom Zufrieren der Ströme. 393

XXIX. Ueber den Einfluſs der Temperatur auf das Refractions- und Dispersionsvermögen des Schwefelkohlenstoffs. 396

XXX. Einfluſs der Spannung auf Messingsaiten. 396

Drittes Stück.

I. Compensation der Orgelpfeifen, ein Vortrag des Prof. Wilhelm Weber, zu Halle, bei der Versammlung der deutschen Naturforscher zu Berlin, am 19. Sept. 1828. . 397

II. Ausführlicher Bericht über mehrere in den Jahren 1825 und 1826 in den Minen von Dolcoath zur Bestimmung der

Digitized by Google

Seite

mittleren Dichtigkeit der Erde angestellte Pendel-Versuche, mitgetheilt von M. W. Drobisch. 409

III. Baily's unveränderliches Pendel. 427

IV. Ueber die von Hrn. Dr. Wirth in Erlangen beobachtete Bewegung schwimmender Körpertheilchen auf der Oberfläche des ruhigen Wassers; von E. F. August. . 429

V. Ueber den Einfluſs der Feuchtigkeit auf barometrische Höhenmessungen und dessen Correction durch das Psychrometer; von J. Rogg. 437

VI. Doppelt-Chlorcyan, eine neue Verbindung des Chlors mit dem Cyan, und Cyansäure; von Serullas. . . . 443

VII. Ueber die Darstellung von Salpetersäure aus der Kohlenstickstoffsäure; von J. Liebig. 466

VIII. Ueber das Eisensilicat von Bodenmais, den Thraulit; von F. v. Kobell. 467

IX. Meteoreisen, gefunden in der Wüste Atacama in Peru 469

X. Ueber ein neues Selenerz vom Harz; von Gustav Rose 471

XI. Ueber das specifische Gewicht, als Kennzeichen der Mineralien; von F. S. Beudant. 474

XII. Ueber einige Bromverbindungen und über Brom-Darstellung; von Carl Löwig. 485

XIII. Ueber die Wirkung der Metalle auf die Pflanzen; von E. F. Leuchs. 499

XIV. Ueber die Einwirkung der Gifte auf die reizbaren Pflanzen, von Macaire-Prinsep. 506

XV. Ueber die Vergiftung der Pflanzen durch ihre eigenen Gifte; von Demselben. 514

XVI. Ueber die Färbung der Blätter im Herbste; von Demselben. 516

XVII. Ueber die Wirkung zwischen Gold und Silber im starren Zustande, und die Legirungen von Gold und Platin; von James Prinsep. 525

XVIII. Ueber eine starre Verbindung von Schwefel und Cyan; von Hrn. Lassaigne. 532

Digitized by Google

Seite

XIX. Bericht über die von Hrn. Cagniard de Latour dargestellten und für Diamanten gehaltenen Krystalle. . . . 535

XX. Ueber die Bildung von Essigäther durch gegenseitige Zersetzung des Chlorkohlenwasserstoffs und des Wassers. . 538

XXI. Leichte Methode, Jodstickstoff darzustellen. 539

XXII. Angebliche Verbindung vom Chlor mit Cyan-Eisen-Kalium. 540

Viertes Stück.

I. Einige Bemerkungen über die Windverhältnisse in der nördlichen Hemisphäre; von J. P. Schouw. 541

II. Versuche zur Bestimmung der Atomengewichte des Jod's und Brom's; von J. J. Berzelius. 558

III. Tafel über die Atomengewichte der elementaren Körper und deren hauptsächlichsten binairen Verbindungen. . . . 566

IV. Ueber die Wärmeleitung in verschiedenen Hölzern, in Richtung ihrer Fasern, und senkrecht gegen dieselben; von A. de la Rive und A. de Candolle. 590

V. Ueber den Einfluss der Dichte auf die specifische Wärme der Gase; von P. Prevost. 595

VI. Versuche über den Rotationsmagnetismus; von Haldat. 598

VII. Untersuchungen über die Verbindungen des Jod's mit Arsenik; von Plisson. 608

VIII. Ueber die Darstellung des Broms aus der Mutterlauge der Schönebecker Saline. 613

IX. Ueber die Nordlichter am Bärensee; von John Richardson. 615

X. Ueber die Nordlichter in Finnmarken; von M. Keilhau. 618

XI. Ueber einen am 29. Sept. 1828 in England gesehenen Lichtbogen. 622

XII. Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Tunis vom 16. Juli 1824 bis zum 31. October 1827; von C. F. Falbe. 625

Berichtigungen. Seite 559. Z. 22. l. das specifische Gewicht des Wasserstoffs, statt: des Wasserstoffs.
S. 602. Z. 1. l. absprechen zu können, statt: zu entziehen.

Digitized by Google

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, NEUNTES STÜCK.

I. *Ueber den Gebrauch der analytischen Optik bei der Construction optischer Werkzeuge und die Uebereinstimmung der dadurch erhaltenen Resultate mit der Erfahrung;*

von L. Schleiermacher.

Grofsherzogl. Hessisch. Oberfinanzrath in Darmstadt.

Die Formeln der analytischen Optik werden gewöhnlich unter der Voraussetzung entwickelt, dafs der Halbmesser der wegen der Helligkeit erforderlichen Oeffnung, die Tangente des halben Gesichtsfeldes und die Unterschiede zwischen den Brechungsverhältnissen der verschienen farbigen Strahlen kleine Gröfsen sind, deren höhere Potenzen vernachlässigt werden können.

Hiebei berücksichtigt man gewöhnlich nur diejenigen Glieder, welche sich auf die Abweichung wegen der Gestalt in der Axe beziehen, und von dem Quadrate oder der dritten Potenz des Oeffnungs-Halbmessers abhängen, je nachdem von der Längen- oder Seitenabweichung die Rede ist; sodann diejenigen Glieder, welche die erste Potenz von dem Unterschiede des Brechungsverhältnisses enthalten und die Farbenzerstreuung in und aufserhalb der Axe mit Weglassung der Glieder höherer Ordnungen ausdrücken. Dagegen werden alle Glieder vernachlässigt, in welchen Potenzen von der Tangente des halben Ge-

Digitized by

sichtsfeldes oder Producte derselben mit Potenzen des Oeffnungs-Halbmessers als Factoren vorkommen, und welche die Abweichung wegen der Gestalt aufserhalb der Axe angeben. Die Vernachlässigung der letzteren Glieder gründet sich auf eine Betrachtung, welche vorzüglich bei den achromatischen Objectiven ihre Anwendung findet. Drückt man nämlich den Oeffnungs-Halbmesser in Theilen der Brennweite des zusammengesetzten Objectivs aus, so ist er, obgleich selbst eine kleine Gröfse, doch viel bedeutender, als die Tangente des halben Gesichtsfeldes, wodurch man veranlafst wird, die Potenzen dieser Tangente zu vernachlässigen, wenn man blos die bedeutendsten Glieder berücksichtigen will. Die hierdurch erhaltenen Formeln sind zur approximativen Berechnung der Objective brauchbar, sie bestimmen aber nur zwei von der bei einem zweifachen Objective vorkommenden drei willkührlichen Gröfsen, daher es nothwendig ist, noch eine andere Betrachtung hinzuzufügen, um die erforderliche Anzahl von Gleichungen zu erhalten, welches in den letzten Zeiten auf verschiedene Arten geschehen ist. Da aufserdem bei den achromatischen Objectiven eine möglich vollständige Vernichtung der Abweichungen in der Axe wünschenswerth ist, so hat man seit Klügel eine genaue trigonometrische Berechnung der Objective an die Stelle der Näherungsformeln gesetzt, wobei aber immer die dritte willkührliche Gröfse auf eine andere Weise bestimmt werden mufs.

Wenn daher auch die bei der Entwickelung der Näherungsformeln angenommenen Grundsätze in Bezug auf die Objective als richtig anerkannt werden, so tritt doch der umgekehrte Fall ein, sobald jene Formeln auf die Berechnung der Oculare angewandt werden sollen. Bei jedem derselben kann das von den vorhergehenden Gläsern oder Spiegeln hervorgebrachte Bild als der Gegenstand betrachtet werden, dessen Gröfse und Entfernung vom Oculare das Gesichtsfeld bestimmt. Da nun

Digitized by Google

die Bilder meistens sehr nahe bei den Ocularen liegen, so wird das hiernach bestimmte Gesichtsfeld bei diesen sehr grofs, und bringt in den Formeln Glieder hervor, die weit bedeutender sind, als diejenigen, welche von dem Oeffnungs-Halbmesser abhängen.

Nach der oben angeführten Verfahrungsart werden daher bei den Abweichungen der Oculare wegen der Gestalt gerade die bedeutendsten Glieder, welche die Tangente des halben Gesichtsfeldes enthalten, vernachlässigt, die minder bedeutenden, von dem Oeffnungs-Halbmesser abhängenden, dagegen beibehalten. Dasselbe findet auch bei den meisten übrigen Instrumenten statt; kein Wunder also, wenn die hiernach berechnete Gestalt der Gläser mit der durch die Erfahrung gefundenen nicht übereinstimmt.

Man umgeht diese Anstände, wenn man sich bei der Berechnung der optischen Werkzeuge keiner Näherungsformeln, sondern der genauen trigonometrischen oder der analytischen Formeln bedient, welche Malus in seiner vortrefflichen Optik gegeben hat. Ob aber gleich diese in Ansehung ihrer Genauigkeit und Allgemeinheit nichts zu wünschen übrig lassen, so sind sie doch für den beständigen Gebrauch, welcher davon in der Optik gemacht werden mufs, zu complicirt, als dafs es nicht wünschenswerth wäre, Näherungsformeln zu erhalten, welche bei einer einfachen Form eine für die Ausübung hinlängliche Genauigkeit gewähren.

Diese Betrachtungen haben mich schon vor geraumer Zeit veranlafst, die Formeln der analytischen Optik von Neuem und unter der Voraussetzung zu berechnen, dafs die Tangente des halben Gesichtsfeldes eben so, wie der Oeffnungs-Halbmesser berücksichtigt und diejenigen Glieder der höheren Ordnungen beibehalten werden, welche nicht als unbedeutend zu betrachten sind. Ich habe ferner diese Formeln auf die gebräuchlichsten Instrumente angewandt, und hierbei Resultate erhalten, welche mei-

Digitized by Google

stens mit den Erfahrungen nahe übereinstimmen, und welche ich nebst den analytischen Untersuchungen in einer besonderen Schrift bekannt machen werde. Da dieſs jedoch wegen verschiedener Hindernisse nicht sobald geschehen kann, als ich es wünsche, die erhaltenen Resultate aber vielleicht für die Ausübung nicht ohne Interesse sind, so habe ich mich entschlossen, in den nachfolgenden Abhandlungen nicht nur die Grundsätze anzugeben, nach welchen die Formeln entwickelt worden sind, sondern auch die vorzüglichsten Resultate beizufügen, welche die Anwendung der allgemeinen Formeln auf specielle Fälle gegeben hat.

1) Ich betrachte ein System von Kugelflächen, deren Mittelpunkte in einer geraden Linie, der Axe derselben, liegen, und nehme an, dafs die Zwischenräume mit durchsichtigen Körpern von verschiedenem Brechungsvermögen angefüllt sind.

In einer bestimmten Entfernung von der ersten Kugelfläche befindet sich ein Gegenstand, welcher als eine auf der Axe senkrecht stehende Ebene betrachtet wird.

Von jedem leuchtenden Punkte des Gegenstandes fallen unzählige Lichtstrahlen auf die erste Kugelfläche, deren Lage durch die Coordinaten des leuchtenden Punktes und des Einfallpunktes auf jener Fläche bestimmt werden. Sind diese Coordinaten für einen beliebigen Strahl gegeben, so läfst sich der Weg desselben nach den Brechungen, welche er bei dem Durchgange durch die verschiedenen Kugelflächen erleidet, vermittelst der von Malus gegebenen Formeln berechnen, und man erhält dadurch die Gleichung des Strahles nach jeder Brechung in Bezug auf drei rechtwinklige Coordinaten x, y, z.

Die so gefundenen Formeln sind auf dioptrische und katoptrische Werkzeuge anwendbar. Denkt man sich nämlich die Zwischenräume der Kugelflächen abwechselnd mit Glas und Luft ausgefüllt, so verwandelt sich das System in ein System von Linsengläsern, wird dagegen das

Digitized by Google

Brechungsverhältnifs $= -1$ gesetzt, so erhält man die Formeln für ein System von sphärischen Spiegeln.

2) Um nun hieraus hinlänglich genaue Näherungsformeln abzuleiten, ist es nothwendig, diejenigen Gröfsen zu bestimmen, welche bei der Entwickelung der Formeln als klein betrachtet werden können, sodann die rechtwinkligen Coordinaten in andere zu verwandeln, welche für diesen Zweck bequemer sind.

Betrachtet man zuerst nur einen leuchtenden Punkt L des Gegenstandes *), nimmt bei den rechtwinkligen Coordinaten als Axe der z die Axe der brechenden Flächen, als Ebene der yz eine durch jene Axe und den leuchtenden Punkt gelegte Ebene, und nennt

a die Entfernung des Gegenstandes auf der Axe z, und von dem Scheitel der ersten brechenden Fläche an gezählt,

ψ den Winkel, welchen die Axe der z und eine von dem leuchtenden Punkte nach dem Scheitel der ersten brechenden Fläche gezogene Linie mit einander bilden, so kann ψ als eine kleine Gröfse der ersten Ordnung betrachtet werden, da das Gesichtsfeld bei allen optischen Werkzeugen klein ist und der leuchtende Punkt sich innerhalb desselben befindet. Es ist jedoch bequemer den Winkel ψ nicht unmittelbar, sondern statt dessen eine andere Gröfse zu gebrauchen, welche eine Function davon ist. Zu diesem Ende bezeichne ich durch

g die Vergröfserung des Instrumentes, ohne Rücksicht darauf berechnet, dafs die Gegenstände bei dem Gebrauche desselben in eine andere Entfernung, als bei der Betrachtung mit dem blofsen Auge gehalten werden müssen.

Denkt man sich nun an der Stelle des Gegenstandes

*) Siehe die hiezu gehörige Figur, Taf. I. Fig. I., in welcher jedoch der Einfachheit wegen nur die erste und die $m$te brechende Fläche (1) und (m) vorgestellt sind.

Digitized by

einen ihm ähnlichen, $g$mal vergröfserten, Gegenstand, und nennt in Bezug auf diesen ψ' denselben Winkel, welcher bei dem wirklichen Gegenstande durch ψ bezeichnet worden ist, so hat man

$$tg.\psi' = g\, tg.\psi.$$

Man kann daher in den Formeln $tg.\psi$ durch $tg.\psi'$ ausdrücken, wofür ich zur Abkürzung φ schreibe, so dafs

$$\varphi = tg.\psi' = g\, tg.\psi$$

ist. Hiernach ist die Lage des leuchtenden Punktes durch die Gröfsen a und φ bestimmt, welche die Stelle der Coordinaten desselben vertreten.

3) Ferner nehme ich an, dafs die in das Instrument fallenden Strahlen durch eine kreisförmige Blendung (C) beschränkt werden, welche die *Hauptblendung* genannt werden soll und an einer beliebigen Stelle angebracht seyn kann, jedoch so, dafs ihr Umfang in einer auf der Axe senkrecht stehenden Ebene liegt, und dafs ihr Mittelpunkt mit einem Punkte der Axe zusammmenfällt. Denjenigen Strahl, welcher durch den Mittelpunkt der Hauptblendung geht, nenne ich den *Hauptstrahl*. Er bleibt nach allen Brechungen stets in der Ebene der yz und schneidet die erste brechende Fläche in einem Punkte H, welcher der *Hauptpunkt* genannt werden kann.

Die Lage aller übrigen Strahlen ist durch ihre Durchschnitte mit der ersten brechenden Fläche gegeben. Zur Bestimmung derselben lege ich durch den Hauptpunkt eine auf der Axe der z senkrecht stehende Ebene (A), und projicire darauf jene Durchschnittspunkte durch Linien, welche parallel mit der Axe z gezogen sind. Die Lage der projicirten Durchschnittspunkte gegen den Hauptpunkt bestimme ich sodann durch die Polarcoordinaten r und Θ, so dafs

r die Entfernung zwischen dem Hauptpunkte und dem projicirten Durchschnitte eines beliebigen Strahles mit der ersten brechenden Fläche,

Digitized by Google

Θ den Winkel zwischen r und dem Durchschnitte der Ebene (A) mit der Ebene der yz bezeichnet.

Da nun die Oeffnung der optischen Werkzeuge immer nur klein ist, so kann r ebenfalls als eine kleine Gröfse der ersten Ordnung angesehen werden.

Vernachlässigt man die kleinen Gröfsen der dritten Ordnung, so drückt r auch die wirkliche Entfernung zwischen dem Hauptpunkte und dem Durchschnitte des Strahles mit der ersten brechenden Fläche aus.

Die Annahme einer Blendung begreift alle bei den Instrumenten vorkommende Einrichtungen in sich, wenn auch keine eigentliche Blendungen an denselben angebracht sind. Fällt nämlich der Hauptpunkt in die Axe des Instrumentes, wie es bei den meisten Fernröhren der Fall ist, bei welchen ein oder mehrere wirkliche Bilder zu Stande kommen, so mufs angenommen werden, dafs die Ebene der Hauptblendung die erste brechende Fläche berührt, deren Fassung dann als Hauptblendung dient. Hat aber das Instrument eine so grofse Oeffnung, dafs die durch dasselbe gehenden Strahlen nicht alle durch die Pupille des hinter ihm befindlichen Auges gelassen werden, wie es bei dem Galileischen Fernrohre und den Loupen der Fall ist, so vertritt die Pupille die Stelle der Hauptblendung.

Aufser der Hauptblendung, welche die Lage des Hauptstrahles bestimmt, kommen bei den optischen Werkzeugen häufig noch andere Blendungen vor, von welchen aber hier keine Rede ist, da ihre Durchmesser nach dem der Hauptblendung und nach der Gröfse des Gesichtsfeldes bestimmt werden, so dafs sie keinen Einflufs auf die Lage des Hauptstrahles haben.

4) Der Hauptzweck der analytischen Untersuchungen in der Optik ist, diejenigen Einrichtungen der optischen Werkzeuge zu bestimmen, bei welchen das nach einer der Brechungen entstehende Bild so vollkommen als möglich wird. Es ist daher nothwendig die Lage der

Digitized by Google

gebrochenen Strahlen in der Nähe jenes Bildes zu betrachten. Denkt man sich einen leuchtenden Punkt in der Axe und in der Entfernung a von der ersten brechenden Fläche, so schneiden sich alle Strahlen, welche von demselben ausgehen und unendlich nahe bei der Axe in das Instrument fallen, nach der $m$ten Brechung in einem Punkte der Axe, welchen ich mit b bezeichne, und es entsteht daselbst ein Bild des leuchtenden Punktes.

Wären nun keine Abweichungen in dem Instrumente vorhanden, so würden sich alle Strahlen, welche von dem durch die Coordinaten a und φ bestimmten Punkte ausgehen, in einem und demselben Punkte schneiden und hierdurch ein vollkommnes Bild des leuchtenden Punktes hervorbringen.

Dieses Bild würde in derjenigen Ebene liegen, welche im Punkte b die Axe senkrecht durchschneidet. Wegen der Abweichungen erhalten die Strahlen eine etwas veränderte Lage, so dafs sich die meisten derselben gar nicht durchschneiden. Denkt man sich in der Nähe des Punktes b eine auf der Axe senkrechte Ebene (B) parallel mit sich selbst fortbewegt, so sind in den verschiedenen Lagen derselben die Durchschnittspunkte sämmtlicher Strahlen mit ihr in einem gröfseren oder kleineren Raume zerstreut, und es giebt eine Lage der Ebene, bei welcher jener Raum ein Minimum wird und als das Bild des leuchtenden Punktes zu betrachten ist.

Wählt man nun den Punkt b zum Ursprung der Coordinaten für die Strahlen nach der $m$ten Brechung, nennt

z die Abscisse der beweglichen Ebene (B),

y die Ordinate des Hauptstrahles, welche der Abscisse z zugehört,

ξ und υ die Coordinaten des Durchschnittes eines beliebigen Strahles mit der beweglichen Ebene (B) parallel mit den Axen der x und der y genommen, und von dem Durchschnitte des Hauptstrahles an

Digitized by Google

gezählt, so sind alle diese Coordinaten in der Nähe des Bildes kleine Gröfsen. Die Rechnung zeigt, dafs

y von der ersten,

z von der zweiten,

ξ und v dagegen von der dritten Ordnung sind.

5) Jeder Lichtstrahl besteht aus einer unzähligen Menge farbiger Strahlen von verschiedener Brechbarkeit.

Bezeichnet man für einen bestimmten brechenden Körper durch

n das Brechungsverhältnifs eines Strahles von mittlerer Brechbarkeit,

$(n+\nu)$ das Brechungsverhältnifs eines der farbigen Strahlen,

beide unter der Voraussetzung berechnet, dafs die Lichtstrahlen unmittelbar aus Luft in den brechenden Körper übergehen, so ist ν eine kleine Gröfse, welche von der zweiten Ordnung angenommen werden kann, da sie Abweichungen hervorbringt, welche den mit r^2 oder φ^2 multiplicirten analog sind.

Unter den ν, welche sich auf die verschiedenen brechenden Körper beziehen, kann man eines als absolute veränderliche Gröfse, die übrigen als Functionen derselben betrachten, welche wegen der Kleinheit von ν in Reihen entwickelt werden können. Bezeichnet man daher die Gröfsen n und ν in Bezug auf einen andern durchsichtigen Körper durch n' und ν', so kann ν' unter die Form gebracht werden

$$\nu' = \alpha\nu + \beta\nu^2 + \ldots.$$

Hiernach ist das Brechungsverhältnifs eines farbigen Strahles oder $(n'+\nu')$ eine Function von den Gröfsen n', α, β, welche von der Natur der brechenden Körper abhängen und als gegeben betrachtet werden, für alle farbigen Strahlen aber einerlei sind; sodann von ν, welches für alle brechende Körper einerlei, für die verschiedenen farbigen Strahlen dagegen verschieden ist.

Digitized by Google

Die Gröfse $\frac{v'}{v}$ werde ich das *Zerstreuungs-Verhältnifs* nennen und durch ζ bezeichnen, so dafs

$$\zeta = \alpha + \beta v$$

ist.

6) Entwickelt man nun die Gleichungen der Strahlen nach der $m$ten Brechung in Reihen, behält unter den Gliedern der 5. Ordnung nur diejenigen bei, welche r^5, $r^3 v$, $r v^2$, $\varphi^3 v$, φv^2, φ^5 enthalten und in besonderen Fällen von Wichtigkeit sind, so bekommt die Gleichung des Hauptstrahles von mittlerer Brechbarkeit die Gestalt:

$$y = \mathfrak{A}\varphi + \mathfrak{B}\varphi^3 + \mathfrak{C}\varphi^5 + \mathfrak{D}\varphi z \ldots . \quad (A).$$

Wird dieser Strahl als Ursprung der ξ und v gebraucht, so erhalten die Gleichungen eines farbigen Strahles von beliebiger Brechbarkeit die Gestalt:

$$\begin{aligned}\xi = \mathfrak{A}[&g(A + Br^2)r^3 \sin\Theta + Cr^2\varphi \sin\Theta\cos\Theta \\ &+ \frac{D}{g} r\varphi^2 \sin\Theta + g(E + Fr^2 + Jv) r v \sin\Theta \\ &+ gZr\sin\Theta].\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v = \mathfrak{A}[&g(A + Br^2)r^3\cos\Theta + Cr^2\varphi(\tfrac{1}{2} + \cos^2\Theta) \\ &+ \frac{D'}{g} r\varphi^2\cos\Theta + g(E + Fr^2 + Jv) r v \cos\Theta \\ &+ gZr\cos\Theta + (H + K\varphi^2 \\ &+ Lv + Mz)\varphi v] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (B)\end{aligned}$$

Die Coëfficienten in diesen Gleichungen sind Functionen von den Halbmessern und Entfernungen der brechenden Flächen, den Gröfsen n', α, β und der Stellung der Hauptblendung. Die Ausdrücke derselben werden am einfachsten, wenn man die Vereinigungsweiten der unendlich nahe bei der Axe einfallenden Strahlen einführt. Ihre Entwickelung giebt endliche Differenzengleichungen vom ersten Grade und der ersten Ordnung, deren Integrale man nach der bekannten Methode sehr leicht erhält. Hierbei kann bemerkt werden, dafs die verschiedenen Glieder in den Ausdrücken von ξ und v

Digitized by Google

die einzelnen Abweichungen der Strahlen abgesondert angeben.

Die mit $r^3 \sin\Theta$ und $r^3 \cos\Theta$ multiplicirten Glieder nämlich enthalten die Abweichung wegen der Kugelgestalt in der Axe.

Die mit $r\upsilon\sin\Theta$ und $r\upsilon\cos\Theta$ multiplicirten Glieder die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung in der Axe.

Das mit $\varphi\upsilon$ multiplicirte Glied in dem Ausdrucke von υ den farbigen Rand, oder die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung aufserhalb der Axe.

Diese drei Abweichungen sind in den optischen Schriften längst entwickelt, nur kommen die Glieder der 5. Ordnung hinzu, welche gewöhnlich vernachlässigt werden, hier aber um deswillen beibehalten worden sind, weil es oft nothwendig ist, jene Abweichungen so gut als möglich zu vernichten. So oft dieser Fall eintritt, mufs die Einrichtung des Instrumentes so getroffen werden, dafs die Glieder der 3. Ordnung denen der 5. gleich und entgegengesetzt sind, wodurch die Summe von beiden verschwindet. Hieraus folgt, dafs die Glieder der 3. Ordnung alsdann wegen ihrer Kleinheit als Glieder der 5. Ordnung angesehen werden können. In allen übrigen Fällen ist die Betrachtung der Glieder der 5. Ordnung unnütz.

Die von r und φ zugleich abhängenden Glieder endlich geben die Abweichung wegen der Kugelgestalt, aufserhalb der Axe, welche gewöhnlich in den optischen Schriften nicht berücksichtigt wird.

Obgleich der Hauptzweck der vorhergehenden Formeln der ist, die Lage der gebrochenen Strahlen in der Nähe der Bilder anzugeben, so sind dieselben doch auch in allen übrigen Fällen anwendbar, wenn man die Glieder der 3. Ordnung vernachlässigt. Sie ersetzen daher zugleich die Formeln, welche gewöhnlich zur Berechnung der Vergröfserung des Gesichtsfeldes, der Oeffnungshalbmesser und des Ortes des Auges gegeben werden.

Digitized by Google

Bei der Anwendung jener Formeln auf Gläser erhält man unmittelbar die Resultate so, dafs die Dicke der Gläser berücksichtigt ist, und jede beliebige Gröfse erhalten kann; durch Vernachlässigung derselben werden jedoch die Formeln einfacher. Da nun die Dicken in der Regel sehr klein sind, und als kleine Gröfsen der zweiten Ordnung betrachtet werden können, so ist es erlaubt, sie in den Gliedern der dritten Ordnung zu vernachlässigen, wenn die dazu gehörigen Glieder der fünften Ordnung nicht beibehalten werden. Berücksichtigt man dagegen die letzteren Glieder, so mufs man in denen der dritten Ordnung die Dicken beibehalten, weil dieselben Glieder der fünften Ordnung hervorbringen. Aufserdem ist die Berücksichtigung der Dicken jedesmal nothwendig, sobald sie nicht als kleine Gröfsen betrachtet werden können, wie es z. B. bei den prismatischen Gläsern zu Ocularen und zur Camera obscura der Fall ist.

7) Alle optische Werkzeuge können in zwei Classen getheilt werden. Einige, z. B. die Camera obscura, das Sonnenmicroscop etc., sind so eingerichtet, dafs von den Gegenständen ein Bild auf einer Ebene entworfen wird, welche senkrecht auf der Axe steht und die Projectionsebene genannt werden soll. Bei anderen dagegen fallen die Strahlen nach ihrem Durchgange durch das Instrument in das hinter demselben befindliche Auge.

Im ersteren Falle finden die in No. 6. gegebenen Formeln unmittelbar ihre Anwendung, wenn man unter der Ebene (B) (No. 4.) die Projectionsebene versteht.

Im zweiten Falle dagegen mufs man die Durchschnitte der Strahlen mit der Netzhaut auf eine ähnliche Art bestimmen, wie es in Bezug auf die Ebene (B) geschehen ist.

Nimmt man zuerst an, dafs sich das Auge, ohne seinen Ort zu verändern, in der Axe des optischen Instrumentes befindet, so mufs dieses so eingerichtet seyn, dafs

Digitized by Google

das Bild, welches nach den verschiedenen Brechungen im Auge entsteht, auf die Netzhaut fällt. Wegen der Kleinheit von r und φ und der im Auge entstehenden Abweichungen kann man die brechenden Flächen des Auges und die Netzhaut als sphärisch betrachten. Die vorhergehenden Formeln können daher auf diesen Fall angewendet werden, wenn man das Instrument und Auge zusammengenommen als ein System von brechenden Flächen ansieht und die in No. 4. betrachtete bewegliche Ebene (B) mit der Netzhaut vertauscht, statt welcher eine bewegliche Kugelfläche genommen werden kann. Versteht man unter z nunmehr die Abscisse ihres Scheitels, so bleiben die für ξ und υ gefundenen Ausdrücke der Gestalt nach ungeändert, die Coëfficienten derselben ändern sich aber ab und enthalten aufser den früher schon betrachteten Gröfsen die correspondirenden, welche sich auf das Auge beziehen und den Halbmesser der beweglichen Kugelfläche.

Dieser Fall begreift zugleich den vorhergehenden in sich, wenn man den Halbmesser der beweglichen Kugelfläche unendlich setzt.

Die so eben gemachte Voraussetzung, dafs sich das Auge bei dem Gebrauche optischer Instrumente unveränderlich in der Axe derselben befindet, ist jedoch strenge genommen nicht diejenige, welche der Natur entspricht. Die Erfahrung zeigt nämlich, dafs das Auge bei unveränderter Lage seiner Axe nur ein sehr kleines Gesichtsfeld deutlich sieht, und sich daher successiv nach den verschiedenen Punkten eines Gegenstandes richtet, welchen es betrachten will. Man wird folglich richtigere Resultate erhalten, wenn man annimmt, dafs das Auge bei dem Gebrauche optischer Werkzeuge zwar in einerlei Entfernung von der letzten brechenden Fläche bleibt, dagegen bei Betrachtung eines jeden Punktes des Gesichtsfeldes seine Axe so richtet, dafs sie mit dem, jenem Punkte entsprechenden, Hauptstrahle zusammenfällt. Auch

Digitized by

bei dieser Voraussetzung bleiben die für ξ und v gefundenen Ausdrücke, wenn man sie auf die Netzhaut bezieht, der Form nach ungeändert, und erhalten nur etwas abgeänderte Coëfficienten.

Hieraus folgt, dafs die in No. 6. gegebenen Gleichungen der gebrochenen Strahlen auf alle optische Werkzeuge angewandt werden können, wenn man nur in jedem besonderen Falle diejenigen Coëfficienten gebraucht, welche sich auf denselben beziehen. Ich werde sie daher bei den folgenden Untersuchungen zu Grunde legen, und die Projectionsebene und die Netzhaut mit dem gemeinschaftlichen Namen: *Projectionsfläche* bezeichnen.

8) Eine nothwendige Bedingung bei allen optischen Werkzeugen ist die, dafs das Bild, welches auf der Projectionsfläche entsteht, so genau als möglich mit derselben zusammenfällt. Ist bei der Construction der Werkzeuge darauf Rücksicht genommen, dafs dieses sehr nahe der Fall ist, so kann eine vollkommene Erfüllung jener Bedingung auf zweierlei Art bewirkt werden. Es kann nämlich einmal eine Verschiebung der Projectionsfläche parallel mit sich selbst stattfinden, welche analytisch dadurch ausgedrückt wird, dafs man der Abscisse z einen veränderten Werth giebt. Sodann können aber auch kleine Abänderungen in den Entfernungen und Halbmessern der brechenden Flächen, sowohl bei dem Instrumente als dem Auge, z. B. durch Verschiebung der Oculareinsätze, durch Veränderung der Krümmungen und Entfernungen der brechenden Flächen im Auge etc. vorgenommen werden. Solche Abänderungen bringen in den Gleichungen der gebrochenen Strahlen Glieder hervor, welche dieselben Coëfficienten wie z haben. Man kann sie daher mit denen vereinigen, welche z enthalten, und da es von keinem Interesse ist, beiderlei Glieder abgesondert zu kennen, so braucht man die letzteren nicht weiter zu berücksichtigen, wenn man nur unter z nicht mehr die Abscisse, sondern eine Gröfse versteht, welche

Digitized by Google

von der Verschiebung der Projectionsfläche und den Aenderungen im Instrumente und Auge abhängt, und so bestimmt werden mufs, dafs die Undeutlichkeit des Bildes so klein als möglich wird.

9) Das Bild eines leuchtenden Punktes ist desto deutlicher, je näher die Durchschnittspunkte der dazu gehörigen Strahlen mit der Projectionsfläche bei einander liegen, und würde vollkommen deutlich seyn, wenn dieselben in einen Punkt zusammenfielen. Man kann sich daher der folgenden Methode zur Bestimmung der Deutlichkeit bedienen.

Nennt man ϱ die auf die Ebene der xy projicirte Entfernung zwischen den Durchschnittspunkten eines beliebigen farbigen Strahles und des Hauptstrahles, so drückt ϱ die Seitenabweichung des Strahles aus, und würde bei einer vollkommenen Deutlichkeit verschwinden. Bei unvollkommener Deutlichkeit kann daher ϱ als ein Fehler des Strahles betrachtet werden, welcher Undeutlichkeit hervorbringt.

Um nun die vortheilhafteste Einrichtung des Instrumentes zu finden, kann man die Methode der kleinsten Quadrate anwenden; nach dieser wird nämlich diejenige Einrichtung in Bezug auf die Deutlichkeit die beste seyn, bei welcher die Summe der ϱ^2 für sämmtliche Strahlen so klein als möglich wird. Da aber unzählig viele Strahlen vorhanden sind, so unterscheidet sich dieser Fall von der gewöhnlichen Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate dadurch, dafs die Summe der ϱ^2, welche bei den gewöhnlichen Anwendungen eine endliche Summe ist, hier wegen der unzähligen Menge der ϱ durch die Integralrechnung gesucht werden mufs. Hierbei ist jedoch die Bemerkung nothwendig, dafs die verschiedenen farbigen Strahlen, aus welchen ein einfallender Strahl besteht, eine ungleiche Wirkung in unserm Auge hervorbringen, z. B. die gelben eine stärkere als die violetten. Um auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen, darf man

Digitized by Google

nur das, einem jeden farbigen Strahle zugehörige ϱ^2 mit einem Factor multipliciren, welcher eine Function von der Lage des Strahles im Farbenbilde, d. h. von v, ist, und hier die Stelle der bei der Methode der kleinsten Quadrate gebräuchlichen Gewichte vertritt. Nennt man ihn V, so ist die Summe der ϱ^2, welche einem einfallenden Strahle zugehören $=\int V\varrho^2\,dv$. Die Grenzen dieses Integrals sind diejenigen Werthe von v, welche den äufsersten rothen und violetten Strahlen des Farbenbildes entsprechen.

Mit Vernachlässigung der Gröfsen, welche nach den angenommenen Grundsätzen nicht beibehalten werden, ist die Menge der Strahlen, welche von dem leuchtenden Punkte auf ein Element der ersten brechenden Fläche fallen, jenem Elemente proportinal, und kann daher durch $P\,d.r^2\,d\Theta$ ausgedrückt werden, wenn P einen beständigen Factor bezeichnet. Jedem dieser Strahlen gehört ein $\int V\varrho^2\,dv$ zu. Bezeichnet man daher durch R' die Summe der ϱ^2 für alle Strahlen, welche von dem leuchtenden Punkte auf die erste brechende Fläche fallen, so erhält man dieselbe vermittelst des Ausdruckes:

$$R'=P\int d.r^2\int d\Theta\int V\varrho^2\,dv$$

von $r=o$ bis zu seinem äufsersten Werthe und von $\Theta=o$ bis $\Theta=2\pi$ genommen.

Denkt man sich den Gegenstand, welcher durch das Instrument betrachtet werden soll, als eine kreisförmige Ebene, welche senkrecht auf der Axe der z steht und gleichförmig mit leuchtenden Punkten übersäet ist, so kann die Menge der leuchtenden Punkte, welche in einem unendlich schmalen kreisförmigen Ringe desselben vom Halbmesser $atg.\psi$ enthalten sind, durch $Q\,d.\varphi^2$ ausgedrückt werden, wenn Q eine Constante bezeichnet. Jedem dieser leuchtenden Punkte gehört eine R' zu, nennt man daher $\mathfrak{R}'$ die Summe der ϱ^2 für alle Strahlen, welche von sämmtlichen Punkten des Gegenstandes in das Instrument fallen, so ist

$\mathfrak{R}'$

Digitized by Google

$$\mathfrak{R}' = Q \int R' d.\varphi^2$$

von $\varphi = 0$ bis zum äufsersten Werthe desselben genommen.

Da es bei der Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auf beständige Factoren nicht ankommt, so kann man statt der Gröfsen R' und $\mathfrak{R}'$ andere anführen, welche von den unbekannten Factoren P und Q unabhängig sind.

Dividirt man nämlich R' durch die Anzahl sämmtlicher Strahlen, welche von dem durch die Coordinaten a und φ bestimmten leuchtenden Punkte in das Instrument fallen, multiplicirt mit ihrer jedesmaligen Wirksamkeit, so erhält man das arithmetische Mittel aus allen ϱ^2, welche jenem leuchtenden Punkte zugehören, mit Rücksicht auf die verschiedene Wirksamkeit der Strahlen.

Dieses arithmetische Mittel soll zur Abkürzung die *Undeutlichkeit* des durch die Coordinaten a und φ bestimmten Punktes genannt und durch R bezeichnet werden. Sie ist durch den Ausdruck

$$R = \frac{\int d.r^2 \int d\Theta \int V \varrho^2 \, dv}{\int d.r^2 \int d\Theta \int V \, dv}$$

gegeben.

Dividirt man dagegen $\mathfrak{R}'$ durch die Anzahl sämmtlicher Strahlen, welche von *allen* Punkten des Gegenstandes in das Instrument fallen, multiplicirt mit ihrer Wirksamkeit, so erhält man das arithmetische Mittel aus den ϱ^2, welche den *sämmtlichen* Punkten des Gegenstandes zugehören. Das letztere arithmetische Mittel soll zur Abkürzung die *mittlere Undeutlichkeit* des Instruments genannt werden. Bezeichnet man sie durch $\mathfrak{R}$, so ist sie vermittelst des Ausdrucks:

$$\mathfrak{R} = \frac{\int d.\varphi^2 \int d.r^2 \int d\Theta \int V \varrho^2 \, dv}{\int d.\varphi^2 \int d.r^2 \int d\Theta \int V \, dv}$$

gegeben.

Die Integration dieser Ausdrücke wird durch die folgenden Bemerkungen erleichtert.

Digitized by

Nach No. 5. bezeichnet n das Brechungsverhältnifs desjenigen farbigen Strahles, dessen Brechbarkeit als die mittlere angenommen wird, v dagegen die Veränderung des Brechungsverhältnisses für einen beliebigen farbigen Strahl. Welcher unter denselben als der von mittlerer Brechbarkeit angenommen wird, ist hiernach willkührlich. Man kann daher in dieser Hinsicht diejenige Voraussetzung machen, welche die Rechnung am meisten erleichtert.

Denkt man sich für die verschiedenen farbigen Strahlen v als Abscisse, die dazu gehörigen V dagegen als Ordinaten einer krummen Linie aufgetragen, und nimmt für n das Brechungsverhältnifs desjenigen Strahles, welcher dem Schwerpunkte der durch die krumme Linie und die Abscissenlinie begrenzten Figur entspricht, so ist

$$\int V v dv = 0.$$

Bei der Entwickelung von ϱ^2 können daher alle Glieder weggelassen werden, welche die erste Potenz von v enthalten.

Alle übrige Brechungsverhältnisse n' mufs man alsdann so bestimmen, dafs sie genau derselben Farbentinte zugehören wie n.

Da ferner die Integrale in Bezug auf Θ innerhalb der Grenzen $\Theta = 0$ und $\Theta = 2\pi$ genommen werden müssen, so kann man zuerst die Summe von denjenigen vier Elementen der Integrale nehmen, welche den Winkeln Θ, $(\pi - \Theta)$, $(\pi + \Theta)$ und $(2\pi - \Theta)$ entsprechen, diese Summe sodann von $\Theta = 0$ bis $\Theta = \frac{\pi}{2}$ integriren. Hierdurch fallen alle Glieder von ϱ^2 weg, welche ungerade Potenzen von $\sin\Theta$ oder $\cos\Theta$ enthalten, die übrigen Glieder dagegen werden viermal genommen.

Führt man nach diesen Bemerkungen die angedeuteten Integrationen aus, nachdem man statt ϱ^2 seinen Werth

$$\varrho^2 = \xi^2 + v^2$$

Digitized by Google

substituirt hat, und gebraucht zur Abkürzung die Buchstabe γ, δ, S, T und N in der Bedeutung, dafs

$$\gamma = \frac{\int V v^2 dv}{\int V dv}$$

$$\delta = \frac{\int V v^3 dv}{\int V v^2 dv}$$

$$S = \frac{3D' - D}{8}$$

$$T = \frac{D' - 3D}{8}$$

ist, N dagegen eine Gröfse der zweiten Ordnung bezeichnet, deren nähere Kenntnifs unnöthig ist, so kann der Ausdruck von $\mathfrak{R}$ mit Vernachlässigung einiger unmerklicher Glieder unter die Form gebracht werden:

$$\mathfrak{R} = \mathfrak{A}^2 \left[\frac{r^6 g^2}{36} (A + \tfrac{6}{5} B r^2)^2 + \frac{5}{24} r^4 \varphi^2 C^2 \right.$$
$$+ \frac{r^2 \varphi^4}{3 g^2} (S^2 + T^2) + \frac{\gamma r^2 g^2}{2} (E + \tfrac{2}{3} F r^2 + J\delta)^2$$
$$+ \frac{\gamma \varphi^2}{2} [H + \varphi^2 (\tfrac{2}{3} K - M(S - T) + L\delta]^2$$
$$\left. + \frac{r^2 g^2}{2} (N + z)^2 \right] \quad \ldots\ldots\ldots \quad (C)$$

worin sich φ und r auf die äufsersten Punkte des Gesichtsfeldes und der Blendung beziehen, $\mathfrak{A}^2$, γ und δ aber gegebene, positive Gröfsen sind. Den Ausdruck für R erhält man hieraus, wenn man die von φ abhängenden Glieder entwickelt, φ^2, φ^4 und φ^6 mit $2\varphi^2$, $3\varphi^4$ und $4\varphi^6$ verwechselt, und φ nicht auf die äufsersten Punkte des Gesichtsfeldes, sondern auf denjenigen leuchtenden Punkt bezieht, welchem R zugehört.

10) Der Ausdruck von $\mathfrak{R}$ ist unter der Voraussetzung berechnet, dafs alle Punkte des Gesichtsfeldes gleich berücksichtigt werden. Soll diese Voraussetzung nicht stattfinden, z. B. mehr Rücksicht auf die Mitte des Gesichtsfeldes als auf den Rand desselben genommen werden, so ist weiter nichts nöthig, als den Zähler und Nen-

Digitized by Google

ner von $\mathfrak{R}$ vor der Integration nach φ mit einem Factor Φ zu multipliciren, welcher eine Function von φ ist und das Gewicht ausdrückt, welches man den verschiedenen Punkten beilegt. Hierdurch entsteht in dem Ausdruck von $\mathfrak{R}$ die Aenderung, dafs φ^2, φ^4 und φ^6 nach vorheriger Entwickelung der von φ abhängigen Glieder mit den Gröfsen $\varphi^{(2)}$, $\varphi^{(4)}$ und $\varphi^{(6)}$ verwechselt werden, welche durch die Ausdrücke:

$$\varphi^{(2)} = \frac{2\int \Phi \varphi^2 d.\varphi^2}{\int \Phi d.\varphi^2}$$

$$\varphi^{(4)} = \frac{3\int \Phi \varphi^4 d.\varphi^2}{\int \Phi d.\varphi^2}$$

$$\varphi^{(6)} = \frac{4\int \Phi \varphi^6 d.\varphi^2}{\int \Phi d.\varphi^2}$$

gegeben sind.

Da jedoch die Function Φ der Willkühr überlassen bleibt, und es nicht sowohl darauf ankommt, welche Gewichte den verschiedenen Punkten beigelegt werden sollen, als darauf, dafs die Deutlichkeit so grofs wird, als es die Umstände gestatten, so gelangt man auf einen einfacheren und sicheren Wege zum Ziele, wenn man den Ausdruck von $\mathfrak{R}$ (No. 9. *C*) ungeändert beibehält, und bei der Bestimmung der willkührlichen Gröfsen desselben darauf Bedacht nimmt, dafs die Coëfficienten der verschiedenen Glieder keine bedeutende Werthe erhalten, wobei es leicht ist, nach Willkühr entweder die Mitte oder den Rand des Gesichtsfeldes mehr zu berücksichtigen.

Aufserdem erleiden die Ausdrücke von R und $\mathfrak{R}$ bei Spiegeltelescopen eine Modification, wenn der Objectivspiegel in der Mitte eine kreisförmige Oeffnung hat, wie es bei den Gregorianischen und Cassegrainischen Telescopen der Fall ist; bezeichnet man durch

r_1 den Halbmesser dieser Oeffnung,

r den Halbmesser des Spiegels,

so müssen alsdann die Integrale, welche sich auf r be-

Digitized by Google

ziehen, von $r = r_1$ bis $r = r$ genommen werden. Hierdurch entsteht in den Ausdrücken von R und $\mathfrak{R}$ nur die Aenderung, dafs die Potenzen r^2, r^4, etc. mit den Gröfsen $r^{(2)}$, $r^{(4)}$, etc. verwechselt werden müssen, welche durch die Ausdrücke:

$$r^{(2)} = \frac{r^4 - r_1^4}{r^2 - r_1^2}$$

$$r^{(4)} = \frac{r^6 - r_1^6}{r^2 - r_1^2}$$

und so weiter gegeben sind.

11) Die dem Ausdrucke von $\mathfrak{R}$ gegebene Form, wonach er aus der Summe mehrerer, mit positiven Factoren multiplicirter, Quadrate besteht, zeigt, dafs keine vollkommene Deutlichkeit erhalten werden kann, wenn nicht jedes dieser Quadrate für sich verschwindet. Vergleicht man sie mit den Coefficienten in den Ausdrücken von ξ und υ (No. 6.), so sieht man, dafs sie quadratische Factoren enthalten, welche sich auf eine der Abweichungen abgesondert beziehen, und aus den Coëfficienten der correspondirenden Glieder von ξ und υ durch Combinationen und Anbringung von Correctionen erhalten werden. Es bezieht sich nämlich

$(A + \frac{6}{5} B r^2)$ auf die Abweichung wegen der Gestalt in der Axe,

C, S und T auf die Abweichung wegen der Gestalt aufser der Axe,

$(E + \frac{2}{3} F r^2 + J\delta)$ auf die Farbenzerstreuung in der Axe,

$[H + \varphi^2 (\frac{2}{3} K - M(S - T)) + \mathrm{L}\delta]$

auf den farbigen Rand.

Zu einer vollkommenen Deutlichkeit würde daher erfordet werden, dafs jede dieser Gröfsen für sich verschwände, welches jedoch nicht bei allen möglich ist.

Hierzu kommt noch das letzte Glied, welches von den mit z bezeichneten willkührlichen Veränderungen im Auge und Instrumente abhängt. Die folgende Betrach-

Digitized by Google

tung zeigt aber, dafs dieses Glied in jedem einzelnen Falle für sich verschwindet, und daher nicht weiter berücksichtigt zu werden braucht. Die Instrumente werden nämlich eben so wie das Auge bei dem jedesmaligen Gebrauche durch Probiren so gestellt, dafs man die gröfstmögliche Deutlichkeit erhält, es ist daher anzunehmen, dafs man hierdurch z practisch so bestimmt, wie es der gröfsten Deutlichkeit entspricht, wodurch $z = -N$ wird und das letzte Glied in dem Ausdruck von $\mathfrak{R}$ wegfällt.

12) Da die einzelnen Glieder in dem Ausdrucke von $\mathfrak{R}$ nicht alle abgesondert verschwinden können, so bleibt nichts anderes übrig, als diesen ganzen Ausdruck durch die Bestimmung der darin enthaltenen willkührlichen Gröfsen zu einem Minimum zu machen, so wie es die Methode der kleinsten Quadrate erfordert, indem $\mathfrak{R}$ weiter nichts ist, als die Summe der Quadrate der Fehler, welche von sämmtlichen Strahlen hervorgebracht werden, mit einem beständigen Factor multiplicirt.

Hierbei ist jedoch die Bemerkung nothwendig, dafs die willkührlichen Gröfsen zum Theil auf eine sehr complicirte Weise in dem Ausdrucke von $\mathfrak{R}$ enthalten sind, dafs ferner aufser der Deutlichkeit noch andere Rücksichten eintreten, von welchen weiter unten die Rede seyn wird. Da man nun, wie im Allgemeinen aus der Natur des Minimums bekannt ist, sich innerhalb gewisser Grenzen davon entfernen kann, ohne den Werth der Function, welche ein Minimum wird, beträchtlich zu vergröfsern, so wird es hierdurch möglich, ohne bedeutende Vermehrung der Undeutlichkeit zugleich andere Bedingungen zu erfüllen, welche in manchen Fällen sogar wichtiger als die Deutlichkeit sind. Man gelangt dann gewöhnlich am leichtesten zum Ziele, wenn man nicht den analytischen Ausdruck für das Minimum sucht, sondern verschiedene Einrichtungen numerisch berechnet, welche nahe bei dem Minimum liegen, und durch die Veränderung einer der willkührlichen Gröfsen von einander

Digitized by Google

verschieden sind. Hierdurch wird der Vortheil erhalten, dafs man eine Uebersicht über die in dem Ausdrucke von $\mathfrak{R}$ enthaltenen Gröfsen nahe bei dem Minimum bekommt, wodurch man in den Stand gesetzt wird, nicht nur zu beurtheilen, wie weit man sich aus anderen Rücksichten ohne Nachtheil von dem Minimum entfernen kann, sondern auch die verschiedenen Abweichungen mehr oder weniger zu berücksichtigen.

Auch läfst sich hieraus das Minimum selbst mit hinlänglicher Genauigkeit finden, wenn man die in der Nähe desselben berechneten numerischen Werthe als Glieder einer arithmetischen Reihe vom zweiten Grade betrachtet.

Bei zusammengesetzten Instrumenten werden diese Rechnungen oft bedeutend erleichtert, wenn man das Instrument in mehrere Systeme, z. B. Objective und Oculare, theilt, und jedes System abgesondert berechnet, indem es leicht ist, die Resultate dieser abgesonderten Rechnungen zu verbinden, und dadurch zu dem ganzen Instrumente überzugehen.

Diejenigen willkührlichen Gröfsen in dem Ausdrucke von $\mathfrak{R}$, welche auf eine einfache Weise darin vorkommen und keine weitern Rücksichten erfordern, bestimmt man am leichtesten dadurch, dafs man das Minimum auf die gewöhnliche Weise sucht.

Welche dieser Methoden in jedem einzelnen Falle am zweckmäfsigsten angewandt wird, läfst sich erst dann beurtheilen, wenn die Ausdrücke, welche sich auf denselben beziehen, gehörig entwickelt sind. Es können jedoch im Allgemeinen einige Resultate gefunden und einige Regeln über die Anwendung der vorhergehenden Methode gegeben werden, welche hier nicht am unrechten Orte zu seyn scheinen.

13) Die Coëfficienten in den Gleichungen der gebrochenen Strahlen enthalten eine Constante, welche durch die Integration der endlichen Differenzen-Gleichungen eingeführt wird und von der Stellung der Hauptblendung

Digitized by Google

abhängt. Ist daher diese willkührlich, so kann man sie so bestimmen, dafs $\mathfrak{R}$ so klein als möglich wird. Man erhält hierdurch in manchen Fällen ein sehr wirksames, bisher noch wenig beachtetes Mittel, um die Deutlichkeit beträchtlich zu vermehren, wozu das Auge, die Wolaston'sche Camera obscura und manche schon früher construirte Microscope mit Blendungen in der Nähe der Objective Beispiele geben. Ist in dem Instrumente keine Blendung angebracht und die Oeffnung desselben so grofs, dafs nicht alle Strahlen, welche durch das Instrument gehen, zugleich durch die Pupille des hinter ihm befindlichen Auges gelassen werden, so vertritt die Pupille die Stelle der Hauptblendung, wie bereits in No. 3. angeführt worden ist; die vorhergehende Methode bestimmt daher in diesem Falle denjenigen Ort des Auges, bei welchem die gröfste Deutlichkeit stattfindet. In der Ausführung mufs man dann denselben eben so, wie es bei Fernröhren gewöhnlich geschieht, durch eine vor dem Auge angebrachte Blendung fixiren. Die einfachen und zusammengesetzten Loupen bieten Beispiele einer solchen Bestimmung dar, und werden dadurch beträchtlich verbessert.

Bei denjenigen Fernröhren, in welchen ein oder mehrere wirkliche Bilder zu Stande kommen, kann durch die vorhergehende Methode nichts bezweckt werden, weil die Stellung der Hauptblendung, welche durch die Fassung des Objectives ersetzt wird, nicht willkührlich ist.

14) Bei denjenigen Instrumenten, welche aus einem Objective und Ocularen bestehen, können die Glieder in dem Ausdrucke von $\mathfrak{R}$, welche die verschiedenen Abweichungen enthalten, in mehrere Classen getheilt werden, die eine besondere Behandlung erfordern. Einige derselben hängen nämlich gröfstentheils von den Ocularen, andere dagegen von dem Objective, und noch andere von beiden zusammen ab. Sollen nun bei unverändertem Objective mehrere Oculareinsätze angebracht werden, wie es

Digitized by Google

bei Fernröhren und zusammengesetzten Microscopen häufig der Fall ist, so mufs man die Oculare so construiren, dafs die von ihnen hauptsächlich abhängenden Abweichungen für jeden Oculareinsatz abgesondert so klein als möglich werden. Durch die Einrichtung des Objectivs dagegen mufs man diejenigen Abweichungen zu heben oder zu vermindern suchen, auf welche die Oculare wenig Einflufs haben, wobei es leicht ist, zugleich auf diejenigen Abweichungen Rücksicht zu nehmen, welche von dem Objective und den Ocularen gemeinschaftlich hervorgebracht werden. Zu diesem Ende ist es nothwendig, die verschiedenen Abweichungen einzeln zu betrachten.

Der farbige Rand wird fast allein von den Ocularen hervorgebracht, indem die Glieder in dem Ausdrucke desselben, welche von dem Objective abhängen, mit der Dicke der Objectivlinsen multiplicirt, folglich sehr unbedeutend sind. Wenn daher die Oculare eine solche Einrichtung haben, dafs der farbige Rand gehoben werden kann, so mufs diefs für jeden Oculareinsatz abgesondert geschehen, und es ist zweckmäfsig, hierbei mit möglicher Sorgfalt zu Werke zu gehen, weil das Auge gegen den farbigen Rand, wegen der dadurch abgesonderten Farbe, sehr empfindlich ist. Man erhält daher in Beziehung auf den farbigen Rand die Gleichung:

$$H+\varphi^2\left[\tfrac{2}{3}K-M(S-T)\right]+\alpha\delta=o,$$

welche auf jeden Oculareinsatz besonders angewandt werden mufs.

Bei denjenigen Ocularen, bei welchen aus anderen Rücksichten der farbige Rand nicht gehoben wird, mufs man wenigstens dahin Bedacht nehmen, dafs die Gröfse H, welche das bedeutendste Glied in dem Ausdruck des farbigen Randes ist, so klein wird, als es die Umstände gestatten.

Die Abweichung wegen der Gestalt aufserhalb der Axe wird durch die beiden Glieder

Digitized by Google

$$\frac{5}{24}\mathfrak{A}^2 r^4 \varphi^2 C^2$$
$$+\frac{\mathfrak{A}^2 r^2 \varphi^4 [S^2 + T^2]}{3g^2}$$

ausgedrückt, von welchen ich zuerst das letzte betrachte, da es das bedeutendste ist. Die Gröfse T kann bei denjenigen Einrichtungen des Instrumentes, welche denselben Zweck erfüllen, als constant angesehen werden, und bedarf daher keiner weiteren Betrachtung. Die Gröfse S hingegen erleidet sehr beträchtliche Veränderungen. Sie besteht aus zwei Theilen, welche sich abgesondert auf das Objectiv und die Oculare beziehen. Da nun bei den gewöhnlichen Einrichtungen S nicht verschwinden kann, so mufs diejenige Einrichtung ausgesucht werden, bei welcher S ein Minimum wird, oder wenigstens nicht weit davon entfernt ist, wenn man noch andere Rücksichten zu nehmen genöthigt ist. Bei Fernröhren ist der von dem Objective herrührende Theil constant und durch die Vergröfserung dividirt, folglich sehr klein in Vergleich mit demjenigen Theile, welcher sich auf die Oculare bezieht. Das Minimum kann daher blos durch den letzteren Theil bestimmt werden. Bei Microscopen dagegen ist der Theil, welcher von dem Objective hervorgebracht wird, bedeutender als bei Fernröhren, man mufs daher die Einrichtung so zu treffen suchen, dafs beide Theile, und zwar jeder für sich, so viel als möglich vermindert werden, wobei es in manchen Fällen nothwendig ist, andere minder wichtige Abweichungen weniger zu berücksichtigen, als es sonst geschehen könnte.

Im Allgemeinen nimmt S ab, wenn die Oculare so construirt werden, dafs das Auge sich so nahe als möglich hinter dem letzten Glase befindet. Da aber eine Unbequemlichkeit daraus entsteht, wenn die Entfernung des Auges von dem Instrumente allzu gering ist, so kann man hierin eine gewisse Grenze nicht überschreiten, und mufs daher bei der Bestimmung des Minimums nur solche Einrichtungen mit einander vergleichen, bei welchen

Digitized by Google

die Entfernung des Auges dieselbe ist. Auch ist es nothwendig, bei der Berechnung des Ortes des Auges auf die Abweichung wegen der Gestalt Rücksicht zu nehmen, welche denselben sehr bedeutend verändert.

15) Nachdem auf diese Art diejenigen Glieder in dem Ausdrucke von $\mathfrak{R}$ so klein als möglich gemacht worden sind, bei welchen dieses abgesondert für jedes Ocular geschehen kann, so bleiben noch folgende drei übrig, welche von dem Objective und den Ocularen zugleich abhängen, jedoch so, dafs die Oculare auf die beiden ersten nur wenig Einflufs haben. Diese Glieder sind nämlich die Farbenzerstreuung in der Axe, oder das Glied

$$\frac{\mathfrak{A}^2 V r^2 g^2 (E + \frac{2}{3} F r^2 + J\delta)^2}{2}$$

Die Abweichung wegen der Gestalt in der Axe oder das Glied

$$\frac{\mathfrak{A}^2 r^6 g^2 (A + \frac{6}{5} B r^2)^2}{36}$$

und endlich der noch nicht berücksichtigte Theil von der Abweichung wegen der Gestalt aufserhalb der Axe oder das Glied

$$\tfrac{5}{24} \mathfrak{A}^2 r^4 \varphi^2 C^2.$$

Ist das Objectiv achromatisch, so können diese drei Glieder zwar für einen Oculareinsatz verschwinden, sollen aber mehrere Oculareinsätze zu demselben Objective gebraucht werden, so ist diefs nicht mehr möglich, weil die von den Ocularen herrührenden Theile in den vorhergehenden Ausdrücken für jeden Oculareinsatz andere Werthe erhalten.

In diesem Falle mufs daher das Objectiv so construirt werden, dafs $\mathfrak{R}$ für sämmtliche Oculareinsätze zusammengenommen ein Minimum wird. Nach der Methode der kleinsten Quadrate gelangt man hierzu, wenn man das einem jeden Oculareinsatze zugehörige $\mathfrak{R}$ mit einem Factor G multiplicirt, welcher das dem Oculareinsatze beigelegte Gewicht ausdrückt, und als eine Function

Digitized by Google

der Vergröfserung g betrachtet werden kann, die Summe der so erhaltenen Producte hierauf zu einem Minimum macht. Trennt man in E, A und C die Theile, welche von dem Objective abhängen, von denen, welche sich auf die Oculare beziehen, bezeichnet die letzteren mit Accenten, so dafs nunmehr $(E+E')$ statt E gesetzt wird u. s. w., gebraucht das Zeichen Σ, um die Summe ähnlicher Ausdrücke für alle Oculareinsätze anzudeuten, und bemerkt, dafs die Gröfsen der fünften Ordnung bei den Ocularen vernachlässigt werden können, so erhält man hierdurch die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} E+\tfrac{2}{3}Fr^2+J\delta+\frac{\Sigma Gg^2E'}{\Sigma Gg^2}&=0\\ A+\tfrac{6}{5}Br^2+\frac{\Sigma Gg^2A'}{\Sigma Gg^2}&=0\\ C+\frac{\Sigma G\varphi^2C'}{\Sigma G\varphi^2}&=0 \end{aligned}\right\}(D)$$

Da bei einer zweifachen achromatischen Objective drei Gröfsen willkührlich sind, so reichen jene Gleichungen zur Bestimmung derselben hin.

Die von den Ocularen herrührenden Glieder können als die Abweichungen eines *mittleren* Oculares betrachtet werden, welches statt der wirklichen Oculare bei der Berechnung des Objectivs zu Grund gelegt werden mufs.

Diejenigen Glieder, welche sich auf das hinter dem Instrumente befindliche Auge beziehen, werden in den vorhergehenden Formeln unter denjenigen begriffen, welche die Oculare angehen.

Statt das Glied $J\delta$, welches in der ersten Gleichung (D) . . . . vorkommt, abgesondert zu berechnen, ist es bequemer, eine Correction an dem Zerstreuungsverhältnisse anzubringen. Nennt man ζ' das so corrigirte Zerstreuungsverhältnifs, so erhält man

$$\zeta'=\alpha+\beta\delta$$

Wird dieser Werth bei der Berechnung von E an-

Digitized by Google

gewandt, so fällt das Glied $J\delta$ aus der genannten Gleichung ganz weg.

16) Durch die beiden ersten Gleichungen (D) werden die Farbenzerstreuung und die Abweichung wegen der Kugelgestalt in der Axe für das mittlere Ocular und sämmtliche Strahlen im Mittel so gut als möglich aufgehoben. Bei den einzelnen Strahlen dagegen ist eine vollkommene Vernichtung dieser Abweichungen nicht möglich. Bringt man jene Gleichungen unter die Gestalt:

$$\left[E+F(r\sqrt{\tfrac{2}{3}})^2+J\delta+\frac{\Sigma Gg^2E}{\Sigma Gg^2}\right](r\sqrt{\tfrac{2}{3}})\delta=o$$

$$[A+B(r\sqrt{\tfrac{6}{5}})^2](r\sqrt{\tfrac{6}{5}})^3=o,$$

so zeigt die Vergleichung mit den Ausdrücken von ξ und v (No. 6.), dafs die Farbenzerstreuung nur für denjenigen Strahl vollkommen gehoben ist, welcher in der Entfernung $r\sqrt{\frac{2}{3}}$ einfällt, und bei welchem

$$v=\delta \text{ ist,}$$

die Abweichung wegen der Kugelgestalt in der Axe dagegen nur für denjenigen Strahl, welcher in der Entfernung $r\sqrt{\frac{6}{5}}$ einfällt, wegen der geringeren Oeffnung der Blendung aber nicht durch das Instrument geht. Hiernach bleiben in dem Ausdrucke von $\mathfrak{R}$, wenn man alle Glieder beibehält, kleine unaufgehobene Theile von beiden Abweichungen übrig, welche F^2 und B^2 proportional sind.

Berücksichtigte man blos die Abweichungen in der Axe, so fiele die dritte Gleichung (D) weg, und man könnte eine der willkührlichen Gröfsen des Objectivs so bestimmen, dafs die nicht aufgehobenen Theile der Farbenzerstreuung und Abweichung wegen der Kugelgestalt, mithin F und B so klein als möglich würden. Die Minima beider Gröfsen liegen aber sehr nahe bei demjenigen Werthe, welcher durch die dritte Gleichung (D) bestimmt wird. Das daselbst gefundene Objectiv hat daher noch aufserdem den Vorzug, dafs die nicht aufgeho-

Digitized by Google

benen Theile der Abweichungen in der Axe sehr nahe ihren kleinsten Werth erhalten.

Es mufs hierbei noch bemerkt werden, dafs wegen des Coëfficienten J eben so wie wegen F ein kleiner nicht aufgehobener Theil der Farbenzerstreuung in der Axe übrig bleibt, welcher jedoch nur durch die Wahl schicklicher Glasarten vermindert werden kann.

17) Bei Fernröhren kommt hierzu noch ein anderer Umstand, auf welchen zuerst Herschel aufmerksam gemacht hat *). Die Fernröhre werden nämlich gewöhnlich so berechnet, wie es ihr Gebrauch in der Astronomie erfordert, dafs die Entfernung des Gegenstandes, welche in No. 2. mit a bezeichnet worden ist, als unendlich angesehen wird.

Soll nun ein solches Fernrohr zu terrestrischen Gegenständen gebraucht werden, so sind die Abweichungen, deren Coëfficienten Functionen von a sind, nicht so genau aufgehoben als bei unendlich entfernten Gegenständen. Da jedoch die Entfernung der terrestrischen Gegenstände, welche durch solche Fernröhre betrachtet werden, immer sehr grofs ist, so kann man die Coëfficienten in Reihen entwickeln, welche nach $\frac{1}{a}$ fortlaufen.

Sieht man $\frac{1}{a}$ als eine Gröfse der zweiten Ordnung an, so entsteht hierdurch in den beiden ersten Gleichungen (D) nur die Aenderung, dafs sich A in einen Ausdruck von der Form $A+A'\left(\frac{1}{a}\right)$ verwandelt, wenn nunmehr unter A der für unendlich entfernte Gegenstände berechnete Werth verstanden wird. Unter den verschiedenen Objectiven, welche man erhält, wenn man eine der drei willkührlichen Gröfsen desselben nach Gefallen annimmt, und die beiden andern durch die zwei ersten Gleichungen (D) bestimmt, giebt es eines, bei welchem

*) *Phil. transact.* 1821, *part. II. pag.* 222.

Digitized by Google

der Coëfficient A' verschwindet, und welches daher für astronomische und terrestrische Gegenstände gleich gut ist. Man erhält die Dimensionen desselben, wenn man die Gleichung

$$A' = o$$

statt der dritten Gleichung (D) gebraucht.

Dieses Objectiv ist von dem oben gefundenen sehr wenig verschieden, man kann daher, wenn man die Dimensionen desselben etwas verändert, ein Objectiv erhalten, welches sehr nahe die Bedingungen erfüllt, dafs die Abweichungen in und aufser der Axe so klein als möglich werden, und dafs das Objectiv für astronomische und terrestrische Gegenstände gleich brauchbar ist. Wie weit man sich von den gefundenen Dimensionen entfernen darf, sieht man am besten, wenn man für mehrere in der Nähe liegende Objective den Werth der nicht völlig aufgehobenen Glieder von $\mathfrak{R}$ berechnet. Man kann dann die Dimensionen des Objectivs leicht so bestimmen, dafs keines dieser Glieder bedeutend wird.

18) Ist das Objectiv nicht achromatisch, so können die ersten beiden Gleichungen (D) nicht erfüllt werden, und es bleibt dann nichts anders übrig, als die Einrichtung des Objectives so zu bestimmen, dafs dadurch der ganze Ausdruck von $\mathfrak{R}$ so klein als möglich wird.

Bei zusammengesetzten Microscopen mufs in diesem Falle noch auf einen anderen Umstand Rücksicht genommen werden. Bekanntlich besteht die gesammte Vergröfserung eines Microscops aus zwei partiellen Vergröfserungen, deren Product die gesammte Vergröfserung bildet. Nach der in No. 2. gebrauchten Bezeichnung würden nämlich die Gegenstände schon $g$mal vergröfsert erscheinen, wenn man sie in derselben Entfernung mit dem Instrument und mit blofsem Auge betrachten könnte Sodann befinden sich aber gewöhnlich die Gegenstände näher bei dem Objective des Microscops, als sie an das blofse Auge gebracht werden können, wenn dasselbe noch

Digitized by Google

deutlich sehen soll, wodurch selbst in dem Falle eine Vergröfserung entsteht, wenn $g=1$ ist. Wird daher die gesammte Vergröfserung des Microscops als gegeben betrachtet, so ist die Zerlegung derselben in die beiden genannten partiellen Vergröfserungen willkührlich, d. h. g ist eine willkührliche Gröfse. Da nun einige Glieder von $\mathfrak{R}$ mit g multiplicirt, andere dagegen dadurch dividirt sind, so giebt es einen Werth von g, welcher $\mathfrak{R}$ zu einem Minimum macht, mithin als der vortheilhafteste zu betrachten ist.

Bei Fernröhren fällt diese Bestimmung weg, weil bei ihnen g die gesammte Vergröfserung ist, welche als gegeben angesehen wird.

19) Bei dem Gebrauche der vorhergehenden Formeln müssen die Coëfficienten γ und δ, mithin die Gröfse V bekannt seyn, da jene Functionen der letzteren sind. Wären alle Strahlen von einerlei Art, so würde das Natürlichste seyn, die Gröfse V dem Quadrate der Lichtstärke der verschiedenen Strahlen gleich zu setzen, welche ich mit l bezeichnen werde. Nach dieser Voraussetzung ist nämlich der Fehler, welcher von jedem Strahle hervorgebracht wird, mit Rücksicht auf das ihm beigelegte Gewicht, dem Producte aus der Seitenabweichung ϱ in die Lichtstärke l proportional, welches der einfachste Ausdruck für denselben ist, da er mit ϱ und l zugleich verschwinden mufs.

Diese Betrachtung giebt zu der Idee Veranlassung auch bei den verschiedenen farbigen Strahlen

$$V=l^2$$

zu setzen, und die hierdurch erhaltenen Resultate mit den Beobachtungen zu vergleichen, um zu sehen, ob jene Hypothese zulässig ist. Da jedoch die Erfahrung zeigt, dafs die violetten Strahlen bei gleicher Lichtstärke eine geringere Wirkung im Auge hervorbringen als die rothen, so wird es räthlich seyn, die Function V etwas zu modificiren, so dafs sie im Wesentlichen das Quadrat der

Licht-

Digitized by Google

Lichtstärke ausdrückt, nach der Seite der violetten Strahlen aber etwas mehr als jenes abnimmt.

Ich wähle hierzu die Beobachtungen von Fraunhofer, welche in den Denkschriften der Academie der Wissenschaften zu München für die Jahre 1814 und 1815, p. 193., und in Gilbert's Ann. d. Phys. Bd. 56. p. 264. abgedruckt sind.

Er hat an sieben Stellen des prismatischen Farbenbildes, welbhe durch die von ihm entdeckten Linien leicht kenntlich sind, und mit den Buchstaben B, C, D, E, F, G, H bezeichnet werden, nicht nur die Brechungsverhältnisse für verschiedene Glasarten, sondern auch die Lichtstärke und das Maximum derselben aus sorgfältig angestellten Beobachtungen hergeleitet.

Die Grenzen des Farbenbildes, welche ich mit A und J bezeichne, sind nicht angegeben, ich nehme sie daher nach der Figur, welche sich bei der ersteren Abhandlung befindet.

Die folgende Tafel enthält hiernach die Brechungsverhältnisse $(n+v)$ und $(n'+v')$ für diejenigen Gattungen von Crownglas und Flintglas, welche Fraunhofer mit No. 13. und No. 30. bezeichnet, sodann die Lichtstärke l, wobei das Maximum derselben $=1000$ gesetzt ist. Nimmt man das Crownglas No. 13. als diejenige Glasart an, bei welcher nach No. 5. die Veränderung des Brechungsverhältnisses, v, als die absolute veränderliche Gröfse betrachtet wird, so bedürfen die von Fraunhofer angegebenen Lichtstärken einer unbedeutenden Correction, da sie an einer anderen Glasart beobachtet und bei verschiedenen Glasarten der Zerstreuung umgekehrt proportional sind. In der folgenden Tafel ist diese Correction bereits angebracht.

Die beobachteten Lichtstärken sind das arithmetische Mittel aus vier Beobachtungen. Um die Genauigkeit derselben beurtheilen zu können, füge ich in den beiden

Digitized by Google

letzten Columnen den gröfsten und kleinsten beobachteten Werth der Lichtstärke hinzu.

	Crownglas $(n+\nu)$	Flintglas $(n'+\nu')$.	Lichtstärke im Mittel l.	Gröfster beobacht. Werth.	kleinster beob. Werth.
A.	1,52232		0	0	0
B.	1,52431	1,62357	30	50	9
C.	1,52530	1,62548	90	143	46
D.	1,52798	1,63059	634	713	584
Max.			1000	1000	1000
E.	1,53137	1,63736	485	616	384
F.	1,53434	1,64347	174	256	86
G.	1,53991	1,65541	33	56	11
H.	1,54468	1,66607	6	9	1
J.	1,54884		0	0	0

Um die Coëfficienten γ und δ berechnen zu können, mufs l durch eine experimentelle Formel ausgedrückt werden, da der eigentliche analytische Ausdruck jener Gröfse nicht bekannt ist. Zu dem Ende theile ich das prismatische Farbenbild in zwei Theile, von *A* bis zum Maximum der Lichtstärke und von dem Maximum bis zu *J*. Hierauf suche ich l für jeden dieser Theile durch eine besondere Formel darzustellen, jedoch so, dafs diese nach der Seite der violetten Strahlen etwas kleinere Werthe giebt als die unmittelbare Beobachtung. Setzt man für einen beliebigen Punkt des ersten Theils

$$x = 100(n+\nu-1{,}52232),$$

für einen beliebigen Punkt des zweiten Theils dagegen

$$y = 100(1{,}54884-(n+\nu)),$$

so wird l durch die beiden Formeln

$$l = 3493\,x^3$$

$$l = 22{,}53\,y^{\frac{1}{2}}$$

dargestellt, wenn man jede derselben bis zu demjenigen Punkte gebraucht, wofür sie einerlei Werth von l, nämlich $l=1000$ geben.

Die Vergleichung der hiernach berechneten Werthe

Digitized by Google

von l mit den beobachteten ist in der folgenden Tafel enthalten:

	$n+\sigma$.	l Berechnet.	l Beobachtet.
A.	1,52232	0	0
B.	1,52431	28	30
C.	1,52530	92	90
D.	1,52798	633	634
Max.	1,52891	1000	1000
E.	1,53137	484	485
F.	1,53434	174	174
G.	1,53991	12	33
H.	1,54468	0,2	6
J.	1,54884	0	0

Die oben angegebenen gröfsten und kleinsten beobachteten Werthe von l zeigen, dafs die Fehler der angenommenen Formeln mit Ausnahme der zwischen *G* und *J* befindlichen Strahlen bei weitem innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegen. Bei den letzteren dagegen, d. i. in der Gegend der violetten Strahlen, sind die berechneten Werthe von l kleiner als die beobachteten.

Setzt man daher

$$V = l^2$$

und legt dabei die beiden oben gefundenen experimentellen Formeln zu Grunde, so wird das Gewicht der verschiedenen farbigen Strahlen von den rothen bis zu den blauen dem Quadrate der Lichtstärke proportional gesetzt, von den blauen bis zu den letzten violetten Strahlen dagegen nimmt es stärker ab, als jenes Quadrat, so wie es beabsichtigt wurde.

Jedes der Integrale, welche sich auf σ beziehen, mufs nunmehr in zwei Integrale zerlegt werden. Die Grenzen des ersten sind diejenigen Werthe von σ, welche den äufsersten rothen Strahlen und dem Maximum der Lichtstärke entsprechen, die Grenzen des zweiten

Digitized by Google

Integrals dagegen die dem Maximum der Lichtstärke und den äufsersten violetten Strahlen zugehörigen Werthe von v.

Nach den oben entwickelten Grundsätzen erhält man hierdurch die Brechungsverhältnisse der mittleren Strahlen für die beiden zur Vergleichung gewählten Glasarten, nämlich für Crownglas

$$n = 1{,}52993,$$

für Flintglas

$$n' = 1{,}63447,$$

ferner die Coëfficienten in dem Ausdrucke von $\mathfrak{R}$, welche von V abhängen, nämlich

$$\gamma = +0{,}0000043$$
$$\delta = +0{,}00039.$$

20) In No. 5. ist für das Zerstreuungsverhältnifs $\frac{v'}{v}$ oder ζ der Ausdruck angenommen worden:

$$\zeta = \alpha + \beta v.$$

Bestimmt man die Coëfficienten α und β durch die von Fraunhofer beobachteten Brechungsverhältnisse, so findet man:

$$\alpha = 1{,}994$$
$$\beta = 10{,}2$$

Um die vorhergehende Formel mit den Beobachtungen zu vergleichen, lege ich die von Fraunhofer am Crownglase beobachteten Brechungsverhältnisse $(n+v)$ zu Grunde, und berechne daraus die correspondirenden Brechungsverhältnisse $(n'+v')$ des Flintglases, welche durch den Ausdruck

$$n'+v' = n' + \alpha v + \beta v^2$$

gegeben sind. Die folgende Tafel enthält die Vergleichung der so gefundenen Resultate mit den Beobachtungen.

Digitized by Google

	Brechungsverhältnifs des Flintglases.		Diff.
	Berechnet.	Beobachtet.	
B.	1,62358	1,62357	+ 0,00001
C.	1,62546	1,62548	— 2
D.	1,63062	1,63059	+ 3
E.	1,63736	1,63736	0
F.	1,64346	1,64347	— 1
G.	1,65539	1,65541	— 2
H.	1,66609	1,66607	+ 2

Die Beobachtungen, welche Fraunhofer an zwei Prismen von einerlei Glasart (Flintglas No. 23.) mit verschiedenen brechenden Winkeln angestellt hat, geben gröfsere Unterschiede, als die in der vorhergehenden Tafel enthaltenen, wie aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich ist.

	Brechungsverhältnifs nach dem		Diff.
	Prisma von 60°.	Prisma von 45°.	
B.	1,62660	1,62657	+ 0,00003
C.	1,62847	1,62845	+ 2
D.	1,63367	1,63367	0
E.	1,64049	1,64054	— 5
F.	1,64676	1,64678	— 2
G.	1,65885	1,65885	0
H.	1,66969	1,66968	+ 1

Die für ζ angenommene Formel stellt daher die Beobachtungen so genau dar, dafs es unnütz seyn würde, noch mehrere Glieder der Reihe beizubehalten, selbst in dem Falle, wenn die hier vernachlässigten höheren Potenzen von ν beibehalten würden.

Nach No. 15. ist das zur Berechnung der achromatischen Objective corrigirte Zerstreuungsverhältnifs ζ' durch den Ausdruck gegeben:

$$\zeta' = \alpha + \beta\delta.$$

Substituirt man hierin statt α, β und δ die oben gefundenen Werthe, so wird

$$\zeta' = 1{,}998.$$

Digitized by

Dagegen findet Fraunhofer, dafs die aus den genannten Glasarten construirten Objective dann am besten werden, wenn

$$\zeta' = 1{,}98$$

angenommen wird, welches wenig von dem vorhergehenden Resultate der Rechnung abweicht.

Sieht man das von Fraunhofer gefundene Resultat als genau an, so folgt daraus, dafs die Gewichte nach der Seite der violetten Strahlen noch mehr abnehmen müssen, als bei der vorhergehenden Rechnung vorausgesetzt wurde. Die wiederholte Vergleichung der Erfahrungen mit der Theorie, wobei jedoch alle durch dieselbe gegebene Correctionen berücksichtigt werden müssen, ist wohl der sicherste Weg, um in dieser für die Construction der achromatischen Objective so wichtigen Sache zu einem sicheren Resultate zu gelangen.

Will man bei allen Strahlen das Gewicht dem Quadrate der Lichtstärke proportional setzen, so hat dieses keine Schwierigkeit, als eine etwas weitläuftigere Rechnung. Man braucht dann nur für den zweiten Theil von l^2 oder l einen Ausdruck von der Form

$$Ay^a + By^b$$

anzunehmen, und die unbestimmten Coëfficienten und Exponenten desselben so zu bestimmen, dafs dadurch die vier Beobachtungen in den Punkten E, F, G, H dargestellt werden.

Führt man hiernach die Rechnung aus, so erhält man

$$\zeta' = 2{,}004.$$

Setzte man V der einfachen Lichtstärke proportional, so fände man nach derselben Methode

$$\zeta' = 2{,}052,$$

welches Resultat zu weit von der Erfahrung abweicht, als dafs es angenommen werden könnte.

Da übrigens der Coëfficient δ bei der oben zu Grund gelegten Hypothese, deren Resultate nahe mit der Erfahrung übereinstimmen, aufserordentlich klein wird, so

Digitized by Google

können alle damit multiplicirten Glieder in dem Ausdrucke von $\mathfrak{R}$ als unbedeutend vernachlässigt werden.

Unter dieser Voraussetzung ist

$$\zeta' = \alpha,$$

d. h. das Zerstreuungsverhältnifs mufs eben so wie die Brechungsverhältnisse bestimmt werden, dafs es nämlich dem Schwerpunkte der in No. 9. erwähnten Figur entspricht, welcher sehr nahe in die Mitte zwischen die mit D und E bezeichneten Punkte fällt.

21) Aufser der Undeutlichkeit kommt bei den optischen Werkzeugen noch ein anderer Fehler in Betracht, welcher von jener unabhängig ist, und eine besondere Untersuchung erfordert, nämlich der, dafs im Allgemeinen die Gegenstände durch die optischen Werkzeuge mehr oder weniger verzerrt erscheinen. Nach demjenigen, was bereits oben angeführt worden ist, hängt die Deutlichkeit allein davon ab, wie nahe die Durchschnittspunkte der von einem und demselben Punkte des Gegenstandes ausgehenden Strahlen mit der Projectionsfläche bei einander liegen. Dagegen hat es auf die Deutlichkeit keinen Einflufs, welche Lage die den verschiedenen Punkten des Gegenstandes zugehörigen Bilder auf der Projectionsfläche gegen einander haben. Diese letztere Lage bestimmt die Gestalt des auf der Projectionsfläche entworfenen Bildes, man kann daher aus derselben nicht nur beurtheilen, ob der Gegenstand durch das Instrument verzerrt erscheint, sondern auch die Gröfse der Verzerrung berechnen, wenn sie stattfindet.

Ich betrachte bei dieser Untersuchung zuerst diejenigen Instrumente, bei welchen die Lichtstrahlen nach ihrem Durchgange in das hinter denselben befindliche Auge fallen, und nehme an, dafs sich das Auge unverändert in der Axe befindet, so wie es zuerst in No. 7. vorausgesetzt worden ist. Von diesem Falle ist es dann leicht, auf die anderen Fälle überzugehen. Da die bei dem Instrumente vorkommenden willkührlichen Gröfsen

Digitized by

durch die vorhergehende Methode so bestimmt werden, dafs die Durchschnittspunkte aller von demselben Punkte des Gegenstandes ausgehender Strahlen mit der Projectionsfläche so nahe wie möglich bei dem Durchschnittspunkte des Hauptstrahles liegen, so kann dieser nunmehr als das Bild jenes Punktes angesehen werden.

Substituirt man nun in der Gleichung des Hauptstrahles (No. 6. *A.*) statt z denjenigen Werth, welcher der gröfsten Deutlichkeit entspricht, und schreibt zur Abkürzung $\mathfrak{E}$ statt $(\mathfrak{A}+\mathfrak{D}z)$, so erhält man die Ordinate des Durchschnittspunktes zwischen dem Hauptstrahle und der Netzhaut oder die Ordinate des Bildes von demjenigen Punkte, welcher durch die Coordinaten a und φ bestimmt wird, durch den Ausdruck:

$$y=\mathfrak{E}\varphi+\mathfrak{B}\varphi^3+\mathfrak{C}\varphi^5.$$

Denkt man sich das Instrument und den Gegenstand, welcher durch dasselbe betrachtet wird, weg, und nimmt an deren Stelle in einer beliebigen Entfernung einen anderen vergröfserten Gegenstand an, welcher dem wirklichen ähnlich ist und mit bloſsem Auge betrachtet wird, so kann die Ordinate des Bildes von einem Punkte desselben ebenfalls durch den vorhergehenden Ausdruck berechnet werden, wenn man nur in den Coëfficienten die brechenden Flächen des Auges allein berücksichtigt. Accentuirt man alle Gröfsen, welche sich auf den letzteren Fall beziehen, und bemerkt, dafs wegen der Aehnlichkeit des hypothetischen Gegenstandes mit dem wirklichen y und y' sich in einer und derselben Ebene befinden, welche durch die Axe und den entsprechenden Punkt des Gegenstandes gelegt ist, und dafs aufserdem

$$\varphi'=n\varphi$$

ist, wenn n eine unbestimmte Constante bezeichnet, so kann der Ausdruck von y' unter die Form gebracht werden:

$$y'=\mathfrak{E}'\varphi+\mathfrak{B}'\varphi^3+\mathfrak{C}'\varphi^5$$

Digitized by Google

bestimmt man n, wovon die Coëfficienten $\mathfrak{E}'$ etc. Functionen sind, durch die Gleichung

$$\mathfrak{E}' = \mathfrak{E}$$

und setzt

$$Y = \mathfrak{E}\varphi$$

$$\frac{U = \mathfrak{B} - \mathfrak{B}'}{\mathfrak{E}}$$

$$\frac{W = \mathfrak{C} - \mathfrak{C}'}{\mathfrak{E}},$$

so giebt die Vergleichung der Ausdrücke von y und y'

$$y = y' + Y[U\varphi^2 + W\varphi^4].$$

Wäre $y = y'$, so fielen die beiden Bilder auf der Netzhaut zusammen, der Gegenstand erschiene daher durch das Instrument betrachtet eben so, wie ein ihm ähnlicher, vergröfserter, dem bloſsen Auge erscheinen würde, d. h. dem wirklichen Gegenstande ähnlich.

Die folgenden Glieder in dem Ausdrucke y zerstören diese Aehnlichkeit, und veranlassen daher eine Verzerrung der Gegenstände.

Y bezeichnet die Ordinate auf der Netzhaut ohne Rücksicht auf jene Verzerrung, $\left(\frac{y - y'}{Y}\right)$ ist daher die Verzerrung in aliquoten Theilen der dazu gehörigen Ordinate ausgedrückt. Nennt man sie Z, so ist

$$Z = U\varphi^2 + W\varphi^4 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (E)$$

Der Coëfficient U kann in den meisten Fällen nicht verschwinden; es bleibt alsdann nichts anders übrig, als bei der Bestimmung der willkührlichen Gröfsen darauf Rücksicht zu nehmen, daſs U so klein wird, als es geschehen kann, ohne der Deutlichkeit bedeutend zu schaden. Man erreicht dieses am leichtesten, wenn man U eben so wie es bereits in Bezug auf die Deutlichkeit gesagt worden ist, für mehrere Einrichtungen berechnet, welche nahe bei dem Minimum $\mathfrak{N}$ liegen.

Ist das Instrument so beschaffen, daſs $U = o$ werden kann, wie es z. B. bei dem Galileischen Fernrohre

Digitized by Google

der Fall ist, so kann man dieselbe Methode gebrauchen, welche oben angewandt worden ist, um die gröfste Deutlichkeit zu erhalten. Man findet dadurch diejenige Einrichtung des Instruments, bei welcher die Gegenstände so wenig, als möglich, verzerrt erscheinen. Sieht man nämlich $y-y'$ als einen Fehler an, welcher dem durch die Coordinaten a und φ bestimmten Punkte des Gegenstandes zugehört, und nennt Z die Summe der Quadrate der Fehler für sämmtliche Punkte des Gegenstandes, so ist

$$Z = Q\int(y-y')^2\, d.\varphi^2.$$

Die kleinste Verzerrung findet bei derjenigen Einrichtung statt, bei welcher Z ein Minimum wird. Sie ist durch die Gleichung

$$U+\tfrac{4}{5}W\varphi^2 = o \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (F)$$

gegeben, in welcher für φ derjenige Werth genommen werden mufs, welcher den äufsersten Punkten des Gegenstandes entspricht. Hieraus folgt, dafs die Verzerrung nur bei denjenigen Punkten des Gegenstandes vollkommen vernichtet wird, deren Abstand von der Axe

$$= a\varphi\sqrt{\tfrac{4}{5}}$$

ist.

Diese Resultate bleiben auch in dem Falle ungeändert, wenn sich das Auge nicht, wie es vorausgesetzt wurde, unverändert in der Axe des Instruments befindet, sondern sich jedesmal so richtet, dafs seine Axe mit dem Hauptstrahle zusammenfällt. Hierdurch werden nämlich in y und y' gleiche Veränderungen hervorgebracht, so dafs $(y-y')$, worauf es bei dieser Untersuchung allein ankommt, ungeändert bleibt.

Diejenigen Instrumente, bei welchen von dem Gegenstande ein Bild auf einer Ebene entworfen wird, sind in den vorhergehenden Formeln begriffen, wenn man den Halbmesser der Projectionsfläche unendlich setzt, und alle Glieder wegläfst, welche sich auf die brechenden Flächen des Auges beziehen, wodurch $\mathfrak{B}'$ und $\mathfrak{C}'=o$ werden.

Digitized by Google

Soll bei einem Instrumente ein innerer Micrometer angebracht werden, so ist ein wesentliches Erfordernifs, dafs in der Ebene des Micrometers ein Bild entsteht, und dafs dieses dem Gegenstande ähnlich ist, weil sonst die Angaben des Micrometers unrichtig werden. In diesem Falle finden daher die zuletzt gefundenen Resultate ihre Anwendung, wenn man die Ebene des Micrometers als Projectionsebene annimmt. Es wird dann oft nothwendig, etwas von der Deutlichkeit aufzuopfern, um die Verzerrung so klein als möglich zu machen.

22) Die vorhergehenden Untersuchungen können, strenge genommen, nicht auf das Auge angewandt werden.

Einmal hat das Auge ein so beträchtliches Gesichtsfeld, dafs die Gröfse φ nicht als eine kleine Gröfse der ersten Ordnung betrachtet werden kann, wie es bei der Entwickelung der vorhergehenden Formeln geschehen ist.

Sodann besteht die Krystalllinse aus Schichten von verschiedenem Brechungsvermögen, deren Gestalt, eben so wenig wie die der Netzhaut, mit der zur Rechnung erforderlichen Genauigkeit bekannt, jedenfalls aber nicht sphärisch ist, wie es jene Formeln voraussetzen.

Da jedoch das Brechungsvermögen im Innern der Krystalllinse nur wenig veränderlich ist, so kann man, wenn man diese als homogen annimmt und sich auf den mittleren Theil des Gesichtsfeldes beschränkt, durch die vorhergehenden Formeln approximative Resultate erhalten, deren Kenntnifs in jedem Falle interessant ist, da sie den bei den Instrumenten gefundenen analog sind. Aufserdem kommt aber noch die Gestalt der Netzhaut in Betracht.

Nach No. 7. sind die Coëfficienten in den Gleichungen der gebrochenen Strahlen und folglich auch in dem Ausdrucke von $\mathfrak{R}$ Functionen von dem Halbmesser der als sphärisch betrachteten Netzhaut. Wird daher dieser Halbmesser als nicht gegeben betrachtet, so kann man ihn so bestimmen, dafs $\mathfrak{R}$ ein Minimum oder die

Digitized by Google

Deutlichkeit so grofs als möglich wird, wodurch man eine neue Vergleichung der Theorie mit der Erfahrung erhält

(Die Fortsetzung folgt.)

II. *Ueber den Fall einer Linse längs einer geneigten Ebene.*

Wenn man eine Glaslinse, die man in Wasser getaucht hat, so dafs daran ein grofser Tropfen hängen geblieben ist, auf eine horizontal liegende Glasplatte setzt, und nun, nachdem sich das Wasser rings um den Berührungspunkt gleichförmig ausgebreitet hat, die Platte sanft gegen dem Horizont neigt; so wird die Linse, statt längs der Platte ruhig hinabzugleiten, in eine schnelle Drehung gerathen, und in einer geraden Linie hinabsinken, die verschieden ist von der, welche sie bei freiem Hinabgleiten eingeschlagen haben würde. Diese sonderbare Erscheinung, deren Erklärung übrigens nicht schwer fallen kann, läfst sich auch mit einem Uhrglase erhalten (*Correspondance mathematique et physique, T. III. p.* 207., deren Herausgeber Hr. Quetelet die Beobachtung von Hrn. Stratford, Secretair der astronomischen Gesellschaft zu London, mitgetheilt erhielt) *).

*) Am sichersten gelingt der Versuch, wenn man die Glasplatte ganz mit Wasser benetzt, und der Linse gleich beim Daraufle-gen ine Drehung mittheilt; bei schicklichem Neigen der Platte setzt dann die Linse ihre Rotation beliebig lange fort. Etwas modificirt kann man mit diesem Versuch auch die Dauer der Lichteindrücke beweisen. Setzt man nämlich auf eine horizontale trockne Glasplatte eine Glaslinse in eine schwankende Drehung, so bildet jeder Lichtpunkt, der sich in der Linse reflectirt, einen leuchtenden Ring. *P.*

Digitized by Google

III. *Untersuchungen über die Brechung des farbigen Lichts im Bergkrystall und Kalkspath;*

von F. Rudberg.

Die Gesetze der Brechung des Lichts in doppeltbrechenden Krystallen sind bekanntlich durch die Untersuchungen von Huyghens, Wollaston und Fresnel vollkommen ausgemittelt worden. Wenn nämlich die Geschwindigkeit des Lichts in der Luft als Einheit angenommen wird, und es bedeuten n, n' die Brechungsexponenten des gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahls in einem einaxigen Krystalle, ferner v die Geschwindigkeit des ungewöhnlichen Lichts in einer Richtung, die mit der Axe des Krystalls einen Winkel $=\alpha$ macht; so ist:

$$v^2 = n^2 + (n'^2 - n^2)\sin^2\alpha.$$

Die mittleren Werthe von n und n' sind bereits für mehrere Krystalle bestimmt; wie aber diese Werthe für jeden Farbenstrahl sich ändern, ist noch nicht besonders untersucht worden. Eine genaue Untersuchung hierüber ist auch erst möglich, seitdem Fraunhofer die schwarzen Streifen in dem homogenen Lichte entdeckt hat, wodurch diese Beobachtungen mit einer früher nie zu erreichenden Genauigkeit angestellt werden können. Aus Fraunhofer's Beobachtungen über die Brechung des farbigen Lichts in mehreren einfachbrechenden Substanzen geht hervor, dafs die Farbenzerstreuung in den verschiedenen Substanzen verschieden ist. Man hatte also Ursache zu vermuthen, dafs in einem und demselben Krystalle die Zerstreuung des ungewöhnlichen Lichtes sich nicht so wie die des gewöhnlichen verhalten würde, oder dafs jeder verschiedene Farbenstrahl eine eigenthümliche Brechung erleide. Um hierüber Aufschlufs zu erhalten,

Digitized by Google

habe ich die gegenwärtige Untersuchung angestellt; überdiefs ist es hiebei meine bsicht gewesen, möglichst viele Beobachtungen über die Zerstreuung in verschiedenen Substanzen zu sammeln, um entscheiden zu können, ob die von mir aus Fraunhofer's Beobachtungen abgeleitete Beziehung zwischen der Brechbarkeit der verschiedenen Farbenstrahlen wirklich stattfinde.

Um diese Versuche anstellen zu können, bedurfte ich erstlich eines Instrumentes, zur genauen Messung der Winkel, und zweitens eines Heliostates zur Fixirung der Sonnenstrahlen.

Zur Messung der Winkel habe ich mich eines Borda'schen Repetitionskreises von etwa achtzehn Z. im Durchmesser bedient. Der Limbus desselben ist nach dem Centesimalsystem unmittelbar bis zehn Minuten getheilt; mittelst der mit Mikroskopen versehenen Nonien kann die Hälfte einer Centesimalminute abgelesen und ein Viertel derselben noch mit Sicherheit geschätzt werden. Zum Behufe der nachstehenden Beobachtungen wurde dieses Instrument folgendermafsen verändert. Das eine Fernrohr, welches an der Alhidade, quer über dem Mittelpunkt des Limbus lag, wurde seiner ganzen Länge nach auf einem Arm eines Hebels befestigt, dessen anderer Arm mit einem entsprechenden Gegengewichte versehen war. Die Mitte dieses Hebels ruhte nur im Centrum des Limbus auf der Alhidade, doch so befestigt, dafs die Bewegung des Fernrohrs und der Alhidade nur gemeinschaftlich geschehen konnte. Am obern Ende der senkrechten Axe, um welche der horizontal gelegte Limbus sich drehte, und welche sich sonst in der Ebene dieses Limbus endigte, wurde eine messingene Stange befestigt, welche eine Scheibe von etwa 4 Zoll im Durchmesser trug. Auf dieser Scheibe war ein messingener Ring von demselben Durchmesser angebracht, welcher mittelst Stellschrauben dem Limbus genau parallel gestellt werden konnte. In einer Vertiefung an der innern Seite dieses Ringes war ein zwei-

ter Ring, der eine mattgeschliffene Glasscheibe umfafste, eingeschliffen, so dafs er sich herumdrehen liefs. In den hervorragenden Rand dieses Ringes waren Zähne eingeschnitten, in welche eine am unteren Ringe befestigte Schraube ohne Ende eingriff, mittelst welcher der Glasscheibe die kleinsten Drehungen mitgetheilt werden konnten. Auf diese Scheibe wurde das zu untersuchende Prisma gestellt, und zwar so, dafs die Kante desselben genau mit dem Centrum der Scheibe und folglich auch mit dem Centrum des Limbus zusammenfiel. Durch Umdrehen der Glasscheibe, dessen Bewegung, wie vorhin gesagt, ganz unabhängig von der des Limbus war, konnte das Prisma so gestellt werden, dafs der einfallende Lichtstrahl die kleinste Ablenkung bei der Brechung erlitt.

Zur Fixirung des Sonnenlichts habe ich einen Heliostaten mit zwei Spiegeln angewandt. Der eine von diesen Spiegeln drehte sich, mittelst einer Pendeluhr, in 24 Stunden genau einmal um eine mit der Erdaxe parallele Axe, und konnte täglich, nach der Declination der Sonne, so gegen die Axe geneigt werden, dafs das Sonnenlicht nach dem Nordpol reflectirt wurde. Von dem andern Spiegel wurde es in das finstere Zimmer geworfen. Die Oeffnung in dem Fensterladen wurde von zwei Platten gebildet, von denen die eine mittelst einer feinen Schraube beweglich war.

Der Limbus des Kreises war bei allen Beobachtungen unverrückbar befestigt. Der brechende Winkel des Prisma's wurde hiebei auf folgende Weise gemessen. Die Glasscheibe, auf welcher das Prisma stand, wurde gedreht, bis die Kante des Prisma dem zur Reflexion benutzten Gegenstande zugekehrt war, doch so, dafs dieser Gegenstand sich in beiden Flächen spiegeln konnte. Nun wurde das Bild des Gegenstandes durch das Fernrohr erstlich in der einen Fläche beobachtet, und dann das Fernrohr gedreht, bis das Bild in der andern Fläche erschien. Der Winkel, um welchen das Fernrohr ge-

Digitized by Google

dreht werden mufs, ist doppelt so grofs, wie der am Prisma, und dadurch werden also die Fehler halbirt. Der reflectirte Gegenstand war etwa 2560 Fufs vom Mittelpunkte des Instrumentes entfernt.

Um den Ablenkungswinkel des gebrochenen Strahls zu bestimmen, wurde das Prisma erstlich so gestellt, dafs die Ablenkung auf der linken Seite das Minimum erreichte, und nun so gedreht, dafs sie auch auf der rechten Seite am kleinsten wurde. Der durch das Fernrohr beschriebene Winkel gab dann die doppelte Ablenkung.

Damit eine Vergleichung mit den von Fraunhofer gemessenen Werthen der Farbenzerstreuung möglich sey, habe ich in den verschiedenen Farben des Spectrums dieselben Streifen wie er zur Beobachtung ausgewählt. Bei der Einstellung des Prisma's habe ich nur einen einzigen Streifen in das Minimum der Ablenkung gebracht, die Ablenkung der übrigen aber in dieser Stellung des Prisma's gemessen.

Die Brechungs-Exponenten lassen sich auf folgende einfache Weise berechnen. Wenn der einfallende Strahl mit der vordern Fläche des Prismas einen Winkel $=90^\circ - x$, der gebrochene Strahl mit derselben Fläche einen Winkel $=90^\circ - z$ macht, ferner die Ablenkung $=\Delta$, der Winkel des Prisma's $=\varepsilon$, und der Brechungs-Exponent $=n$ ist, so hat man bekanntlich:

$$\sin x = n \sin z$$

$$\sin(\Delta + \varepsilon - x) = n . \sin(z - \varepsilon)$$

Ist jetzt das Prisma so gestellt, dafs ein gewisser Strahl das Minimum der Ablenkung erleidet, so ist: $x = \frac{1}{2}(\Delta + \varepsilon)$ und $z = \frac{1}{2}\varepsilon$, folglich für diesen Strahl:

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\Delta + \varepsilon)}{\sin \frac{1}{2}\varepsilon} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Für einen andern Strahl, dessen Ablenkung bei derselben Stellung des Prisma's $=\Delta - \delta$, und dessen Brechungs-Exponent $=n'$ wird, ist:

sin

$$\sin\tfrac{1}{2}(\Delta+\varepsilon)=n'.\sin z'$$
$$\sin(\tfrac{1}{2}(\Delta+\varepsilon)-\delta)=n'.\sin(\varepsilon-z')$$

Setzt man jetzt $z'=\frac{1}{2}\varepsilon+\zeta$, so erhält man durch Addition und Subtraction dieser Formeln:

$$\sin\tfrac{1}{2}(\Delta+\varepsilon-\delta).\cos\tfrac{1}{2}\delta=n'.\sin\tfrac{1}{2}\varepsilon.\cos\zeta$$
$$\cos\tfrac{1}{2}(\Delta+\varepsilon-\delta).\sin\tfrac{1}{2}\delta=n'.\cos\tfrac{1}{2}\varepsilon.\sin\zeta$$

und folglich:

$$tang\,\zeta=tang\tfrac{1}{2}\delta.tang\tfrac{1}{2}\varepsilon\cot\tfrac{1}{2}(\Delta-\varepsilon+\varepsilon) \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Nachdem ζ durch diese Formel bestimmt ist, erhält man:

$$n'=\frac{\sin\frac{1}{2}(\Delta+\varepsilon)}{\sin(\frac{1}{2}\varepsilon+\zeta)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Die angewandten Prismen waren bei dem Instrumentenmacher Hällström in Stockholm mit der gröfsten Genauigkeit geschliffen. Die beiden Bedingungen, die zu erfüllen waren, bestanden darin: 1) dafs die Kante des Prisma's der Axe des Krystalls, aus dem es geschnitten war, genau parallel lag, und 2) dafs die Flächen völlig eben waren. Von der Erfüllung der ersten Bedingung überzeugt man sich leicht, weil in diesem Falle die beiden Spectra, das gewöhnliche und das ungewöhnliche, in derselben Ebene liegen. Was die zweite Bedingung betrifft, die nothwendig erfüllt seyn mufs, damit die Streifen sich deutlich und wohl begränzt darstellen, so kann man in Bezug auf sie das Prisma folgendermafsen prüfen. Nachdem man das Ocularstück des Fernrohrs zum deutlichen Sehen eines sehr entfernten Gegenstandes eingestellt hat, betrachtet man denselben durch Reflexion von der Fläche des Prisma's. Wenn jetzt das Ocularstück nicht im Geringsten verschoben zu werden braucht, so ist die Fläche auch vollkommen eben.

Messungen am Bergkrystall.

Vom Bergkrystall hatte ich drei Individuen, die vollkommen rein und durchsichtig waren, zu Prismen schleifen lassen; doch konnten nur zwei dieser Prismen gebraucht werden, weil die Flächen des dritten merklich

Digitized by

convex waren. Der Streifen *H* im violetten Lichte des ungewöhnlichen Spectrums wurde auf das Minimum der Ablenkung gebracht, und das Prisma beim Messen der Ablenkung der übrigen Streifen, sowohl in diesem wie im ungewöhnlichen Spectrum, in derselben Stellung erhalten.

Da die beiden Spectra einander deckten, so dafs die blaue Farbe des ungewöhnlichen mit der rothen des gewöhnlichen zusammenfiel, so war es nöthig sie zu trennen, damit jedes für sich betrachtet werden konnte. Zu diesem Zwecke bediente ich mich einer Turmalinplatte, deren Flächen mit der Axe parallel geschliffen waren Diese Platte wurde vor die Oeffnung des Ocularstücks gesetzt, und zwar so, dafs ihre Axe beim Messen des ungewöhnlichen Spectrums vertical stand, oder mit der Axe des Krystalles parallel war, dagegen aber bei Messung des gewöhnlichen Spectrums horizontal lag. Es ist nämlich bekannt, dafs eine solche Platte, wenn sie eine gewisse Dicke besitzt, in der ersteren Stellung nur das ungewöhnliche, und in der letzteren nur das gewöhnliche Licht durchläfst.

Der Winkel des einen Prisma's war $=52°,940$ oder $47°\,38'\,46''$ und der des zweiten $=50°\,372$ oder $45°\,20'\,5''$. Bei der Repetition dieser Winkel betrug die gröfste Differenz in dem doppeltgemessenen Winkel nur $0°,005$ oder etwa $16''$.

Das mittlere Resultat der beobachteten doppelten Ablenkung ist in den folgenden Tafeln enthalten. Die gröfste Differenz zwischen den einzelnen Beobachtungen betrug $0°,01$.

Prisma No. 1., dessen Winkel $=52°,940$; Temperatur $=+18°$ C.

Digitized by Google

Strahl.	Beobachtete doppelte Ablenkung im ungewöhnlichen Spectrum.	gewöhnlichen Spectrum.
H	68°,730	67°,466
G	68,190	66,950
F	67,568	66,343
E	67,223	66,012
D	66,823	65,628
C	66,503	65,320
B	66,377	65,200

Prisma No. 2., dessen Winkel =50°,372; Temperatur =+18° C.

Strahl.	Beobachtete doppelte Ablenkung im ungewöhnlichen Spectrum.	gewöhnlichen Spectrum.
H	64°,457	63°,285
G	63,955	62,805
F	63,375	62,245
E	63,057	61,935
D	62,685	61,580
C	62,390	61,290
B	62,275	61,180

Berechnet man hienach die Brechungs-Exponenten, so entsteht folgende Tafel:

Der Strahl	Ungew. Spectrum. Prisma No. 1.	Ungew. Spectrum. Prisma No. 2.	Differenz	Gew. Spectrum. Prisma No. 1.	Gew. Spectrum. Prisma No. 2.	Differenz
H	1,56769	1,56776	0,00007	1,55814	1,55821	0,00007
G	1,56361	1,56369	0,00008	1,55421	1,55429	0,00008
F	1,55892	1,55896	0,00004	1,54960	1,54970	0,00010
E	1,55629	1,55634	0,00005	1,54709	1,54714	0,00005
D	1,55325	1,55331	0,00006	1,54414	1,54423	0,00009
C	1,55083	1,55088	0,00005	1,54179	1,54184	0,00005
B	1,54987	1,54994	0,00007	1,54088	1,54093	0,00005

Die Differenzen sind so klein, dafs sie als Beobachtungsfehler angesehen werden können. Nimmt man das Mittel aus beiden, so erhält man folgende Werthe

Digitized by

für die Brechungs-Exponenten, welche, da die gröfste Differenz in der vorhergehenden Tafel nur 0,0001 beträgt, bis auf etwa 0,00005 sicher sind:

Strahl.	Ungewöhnlicher.	Gewöhnlicher.
H	1,56772	1,55817
G	1,56365	1,55425
F	1,55894	1,54965
E	1,55631	1,54711
D	1,55328	1,54418
C	1,55085	1,54181
B	1,54990	1,54090

Malus hat für den ungewöhnlichen Strahl den Exponenten =1,55817, und für den gewöhnlichen =1,54843 gefunden. Beide liegen also zwischen *E* und *F*, und entsprechen einander so genau, als man es, bei der damaligen Unbekanntschaft mit den schwarzen Streifen, nur erwarten kann.

Es fragt sich nun, ob die Farbenzerstreuung in den beiden Spectris dieselbe sey? Jedenfalls mufs die Verschiedenheit in der Zerstreuung, wenn sie wirklich statt hat, sehr klein seyn, da die Brechbarkeit der beiden Strahlen sehr wenig verschieden ist. Die folgende Tafel wird zeigen, dafs die Zerstreuung in der That verschieden ist. Wenn nämlich v, α, n, n' dieselben Bedeutungen wie zu Anfange dieses Aufsatzes haben, so dafs:

$$v^2 = n^2 \left(1 + \left(\frac{n'^2}{n^2} - 1\right) \sin^2 \alpha\right)$$

und man hierin die Werthe von n, n' für jeden farbigen Strahl substituirt, so erhält man:

für $H \ldots v^2 = (1{,}55817)^2 \left[1 + 0{,}01230 \sin^2 \alpha\right]$
$G \ldots v^2 = (1{,}55425)^2 \left[1 + 0{,}01213 \sin^2 \alpha\right]$
$F \ldots v^2 = (1{,}54965)^2 \left[1 + 0{,}01202 \sin^2 \alpha\right]$
$E \ldots v^2 = (1{,}54711)^2 \left[1 + 0{,}01193 \sin^2 \alpha\right]$
$D \ldots v^2 = (1{,}54418)^2 \left[1 + 0{,}01182 \sin^2 \alpha\right]$
$C \ldots v^2 = (1{,}54181)^2 \left[1 + 0{,}01176 \sin^2 \alpha\right]$
$B \ldots v^2 = (1{,}54090)^2 \left[1 + 0{,}01172 \sin^2 \alpha\right]$

Digitized by Google

Der Werth des Factors $\frac{n'^2}{n^2} - 1$ nimmt auf eine bestimmte Weise zu vom rothen Ende des Spectrums bis zum violetten. Die Zunahmen sind zwar klein, aber doch unverkennbar, so dafs man dadurch auf den Schlufs geführt werden mufs, dafs jeder verschiedene Farbenstrahl eine eigenthümliche doppelte Brechung erleide. Diefs geht aus den folgenden Beobachtungen über den Kalkspath in einem noch viel auffallenderen Grade hervor.

Messungen am Kalkspath.

Vom Kalkspath habe ich zwar zwei Prismen schleifen lassen, allein nur eins derselben anwenden können. An diesem war der brechende Winkel $=66°,577$ oder $59°\ 55'\ 9''$. Die beiden Flächen waren der Axe genau parallel.

Bei dem ungewöhnlichen Spectrum wurde der Strahl *H* im violetten Lichte, gerade so wie beim Bergkrystall, in das Minimum der Ablenkung gebracht, und das Prisma bei Messung der Ablenkung der übrigen Strahlen in dieser Stellung erhalten.

Beim gewöhnlichen Spectrum dagegen, welches fast dreimal ausgedehnter war als das ungewöhnliche, war das violette Licht sehr schwach und der Streifen *H* so breit, dafs ich, mehrerer Sicherheit wegen, den Streifen *F* zur Einstellung des Prisma's wählte. Da das Prisma während der Messung der übrigen Strahlen in dieser Stellung blieb, so ist mithin in den Formeln (2) und (3) δ negativ für die Strahlen *H* und *G*, positiv aber für die Strahlen *E*, *D*, *C* und *B*.

Die Resultate der Beobachtungen sind in folgender Tafel enthalten:

Digitized by Google

Temperatur $= +17^{\circ}\frac{3}{4}$ C.

Strahl.	Beobachtete doppelte Ablenkung im gewöhnlichen Spectrum.	im ungewöhnlichen Spectrum.
H	121°,130	82°,030
G	119,440	81,405
F	117,545	80,685
E	116,535	80,295
D	115,385	79,855
C	114,495	79,515
B	114,175	79,390

Wenn man hienach, mit Berücksichtigung, dafs das Prisma für den Streifen *F* eingestellt gewesen ist, die Brechungs-Exponenten berechnet, bekommt man:

Strahl.	Gewöhnlicher.	Ungewöhnlicher.
H	1,68330	1,49780
G	1,67617	1,49453
F	1,66802	1,49075
E	1,66360	1,48868
D	1,65850	1,48635
C	1,65452	1,48455
B	1,65308	1,48391

Die von Malus angegebenen Brechungs-Exponenten sind 1,6543 und 1,4833, und entsprechen einander also sehr nahe.

Die Geschwindigkeiten des farbigen Lichtes, in einer Richtung, die mit der Axe einen Winkel $= \alpha$ macht, sind:

für $H \ldots v^2 = (1{,}68330)^2 [1 - 0{,}20826 \sin^2 \alpha]$
$G \ldots v^2 = (1{,}67617)^2 [1 - 0{,}20499 \sin^2 \alpha]$
$F \ldots v^2 = (1{,}66802)^2 [1 - 0{,}20126 \sin^2 \alpha]$
$E \ldots v^2 = (1{,}66360)^2 [1 - 0{,}19923 \sin^2 \alpha]$
$D \ldots v^2 = (1{,}65850)^2 [1 - 0{,}19682 \sin^2 \alpha]$
$C \ldots v^2 = (1{,}65452)^2 [1 - 0{,}19492 \sin^2 \alpha]$
$B \ldots v^2 = (1{,}65308)^2 [1 - 0{,}19420 \sin^2 \alpha]$

Digitized by Google

Die im vorhergehenden beim Bergkrystalle bemerkte Variation des Coëfficienten von $sin^2 \alpha$ zeigt sich hier beim Kalkspath viel bedeutender. Der Coëfficient nimmt bei diesem, wie bei jenem, fortwährend ab vom violetten bis zum rothen Ende des Spectrums; die ganze Variation aber beträgt hier 0,0140, während sie dagegen beim Bergkrystalle nur 0,0006 ausmacht.

Da also für jede einzelne Farbe das Verhältnifs zwischen den beiden Brechungs-Exponenten in einer und derselben doppelbrechenden Substanz verschieden ist, so folgt, *dafs jede einzelne Farbe ihre eigenthümliche doppelte Brechung hat.* Diefs Resultat steht in Uebereinstimmung mit der von Herschel bei zweiaxigen Krystallen beobachteten Erscheinung, nämlich, dafs die Neigung zwischen den beiden *optischen* Axen verschieden ist in verschiedenen Farben.

Da ferner das Verhältnifs zwischen den beiden Brechungs-Exponenten, dem gewöhnlichen und ungewöhnlichen, fortwährend vom violetten bis zum rothen Strahl abnimmt; so folgt also, dafs die Undulationslänge einer Farbe desto kürzer ist, je gröfser der Unterschied zwischen der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Brechbarkeit ist.

In einem früheren kleinen Aufsatz *) habe ich darauf aufmerksam gemacht, dafs die Zerstreuung des Lichtes in verschiedenen Substanzen sich ziemlich nahe durch die Formel:

$$N = a n^r$$

darstellen lasse; worin N, n die Brechungs-Exponenten einer und derselben Farbe in zwei verschiedenen Substanzen, und a, r zwei Constanten bedeuten. Schon aus den in jenem Aufsatze angeführten Vergleichungen zwischen Flintglas und Crownglas, zwischen Flintglas und Wasser u. s. w. sieht man, dafs die Werthe von r nicht vollkommen constant bleiben, sondern eine kleine

*) Diese Ann. Bd. IX. S. 483.

Digitized by G

Variation von einem Ende des Spectrums bis zum andern erleiden, und dafs folglich das obige Verhältnifs nur eine Näherung ist, die doch vielleicht, nachdem man eine gröfsere Anzahl von Beobachtungen über die Zerstreuung gesammelt hat, zur Auffindung des Gesetzes der Zerstreuung führen kann. Ich theile deshalb hier noch die Werthe von r mit, so wie sie aus den vorhergehenden Beobachtungen folgen.

Vergleicht man beim Kalkspath den gewöhnlichen Strahl mit dem ungewöhnlichen, so kommen für r folgende Werthe:

Nach B und H ... $r = 1{,}9444$
G ... $r = 1{,}9451$
F ... $r = 1{,}9548$
E ... $r = 1{,}9737$
D ... $r = 1{,}9880$
C ... $r = 2{,}0197$

Vergleicht man den gewöhnlichen Strahl des Kalkspaths mit dem ungewöhnlichen des Bergkrystalles, so erhält man:

Nach B und H: $r = 1{,}5846$
G: $r = 1{,}5704$
F: $r = 1{,}5469$
E: $r = 1{,}5370$
D: $r = 1{,}5027$
C: $r = 1{,}4110$

Vergleicht man den ungewöhnlichen Strahl des Bergkrystalles mit dem ungewöhnlichen des Kalkspaths, so bekommt man:

Nach B und H: $r = 1{,}2270$
G: $r = 1{,}2385$
F: $r = 1{,}2645$
E: $r = 1{,}2859$
D: $r = 1{,}3255$
C: $r = 1{,}4200$

Man sieht hieraus, so wie aus den Beobachtungen

von Fraunhofer, dafs die Werthe von r nicht völlig constant sind, und noch aufserdem, dafs die Werthe fortwährend zunehmen, entweder vom rothen bis zum violetten Ende, oder auch umgekehrt vom violetten bis zum rothen; letzteres ist der Fall bei den Frauenhofer'schen Beobachtungen und auch hier, wenn man den ungewöhnlichen Strahl des Bergkrystalles mit dem gewöhnlichen des Kalkspaths vergleicht.

Da nach der äufserst merkwürdigen Entdeckung von Mitscherlich, dafs die Winkel des Kalkspathrhomboëders sich merklich mit der Temperatur verändern, die doppelte Brechung sich ebenfalls merklich ändern mufs, so ist klar, dafs die obigen Werthe nur für die Temperatur gelten, bei welcher sie gefunden worden sind. Den Einfluſs der Temperatur auf die Farbenzerstreuung gedenke ich durch eine eigene Untersuchung zu ermitteln, und ich habe schon eine Vorrichtung verfertigen lassen, in welcher man den Krystall erwärmen kann, ohne dafs es nöthig ist, ihn mit einem flüssigen Mittel zu umgeben, wodurch man dann der Schwierigkeiten überhoben ist, die aus den von der Temperatur bewirkten Veränderungen im Brechungsvermögen des letzteren entspringen.

IV. *Versuche über die permanenten Rotationsaxen.*

Man weifs, dafs wenn ein Körper in Drehung versetzt wird, alle Theile desselben eine Centrifugalkraft erlangen, vermöge welcher sie streben sich von einander zu entfernen, und, dafs wenn der Körper sich um eine seiner permanenten Axen dreht, alle Centrifugalkräfte sich das Gleichgewicht halten. Die practische Bestimmung der permanenten Axen kann für eine grofse Zahl von Körpern, auf folgende Art geschehen, welche Hr. Gre-

Digitized by Google

gory, Lehrer an der K. Artillerieschule zu Woolwich in seinen Vorlesungen zu befolgen pflegt.

Es sey *c* ein Rad, welches der Rolle *a* (Taf. 1. Fig. 2.) eine horizontale Rotationsbewegung mittheilt. An der Axe aa^1 befestige man einen Faden a^1b, und an diesen mit seinem Ende einen Stab bb^1, so dafs er senkrecht hange. Nachdem die Rotation einige Augenblicke gedauert hat, begiebt sich der Stab in eine horizontale Ebene, wie es die Figur zeigt; er beschreibt alsdann die Fläche eines Kreises, und der Faden eine Kegelfläche.

Hängt man an den Faden einen metallenen Ring in einem Punkte seines Umkreises auf, so wird, durch die Wirkung der Rotation, die Ebene des Ringes sich heben und horizontal stellen, während der Faden um den Aufhängepunkt eine Kegelfläche beschreibt.

Statt des Stabes oder Ringes kann man Körper von verschiedener Form anwenden; man erhält mit ihnen Resultate, die man oft wohl schwerlich vorausgesehen haben würde. Eins der sonderbarsten ist das, welches man mit einer mit ihren beiden Enden an dem Faden a^1b befestigten Kette erhält. Im Zustand des Gleichgewichts hängt die Kette zusammengebogen, senkrecht herab; durch die Rotation trennen sich aber bald die beiden Theile und streben sich horizontal zu legen. Wird die Bewegung fortgesetzt, so geht die Kette, obgleich sie nur in einem Punkte aufgehängt ist, in einer Horizontalebene kreisförmig aus einander,

Ich habe, sagt Hr. Quetelet (aus dessen *Corresp. mathemat. etc. T. III. p.* 208. diese Notiz entnommen ist) bei dem berühmten Troughton, Maschinen in Form von Kreiseln gesehen, die bestimmt waren, bei der Nordpolexpedition die künstlichen Horizonte, die eine Flüssigkeit erfordern, zu ersetzen. Man theilt ihnen eine sehr rasche Rotationsbewegung mit, und sie nehmen alsdann eine solche Stellung an, dafs die Axe auf mehrere Minuten durchaus unbeweglich in seiner verticalen Lage zu seyn scheint. Die obere Fläche, welche polirt ist, dient als künstlicher Horizont.

Durch die obigen Versuche kann man auch erfahren, welche Lage die verschiedenen Theile einer sich um ihre Axe drehenden Maschine einzunehmen streben, und wie man also in vielen Fällen dem Kraftverluste vorzubeugen habe.

V. *Beschreibung eines neuen Windmessers (Anemometers);*
von Dr. G. G. Schmidt in Gieſsen.

Die bisher bekannt gewordenen Windmesser sind, wenn wir die bloſsen Windzeiger ausnehmen, solche Werkzeuge, welche entweder die Geschwindigkeit des Windes durch die Umläufe eines mit Windflügeln versehenen Räderwerkes, wie z. B. der Woltmannische Anemometer, angeben, oder solche, welche den Stoſs des Windes gegen eine Fläche von bestimmter Gröſse entweder durch Anhebung eines Gewichts, oder durch den Druck gegen eine Feder messen.

Gegen die erste Classe von Windmessern läſst sich einwenden, daſs sie nur die mittlere Geschwindigkeit der Winde während der Dauer der Beobachtungszeit, nicht aber die ab- und zunehmende Stärke der einzelnen Windstöſse angeben. Die meisten uns bekannten Windmesser der andern Classe trifft der Einwurf, daſs sie nur den gröſsten Effect der Windstöſse, und weder die allmählige Zu- noch Abnahme desselben zeigen. Wir glauben durch die Angabe des nachbeschriebenen Windmessers beide Unvollkommenheiten, die wir so eben rügten, vermieden zu haben. Uebrigens gehört unser Windmesser zu der zweiten Classe, indem er den Stoſs des Windes durch den Ausschlagwinkel eines Pendels miſst.

Wir gehen nun zur näheren Beschreibung des Werkzeugs mit Hinweisung auf die Zeichnungen, Taf. 1. Fig. 3. und 4., über, welche zwei unter einem rechten Winkel genommene Aufrisse im vierten Theil der natürlichen Gröſse darstellen.

AB ist eine quadratförmige Scheibe von gutem dichten Holze, welche dem darauf feststehenden metallenen

Digitized by Google

Rahmen *CCCC* zur Unterlage dient. In diesem Gestelle ist ein zweiter leicht von messingenen Stäbchen gebauter Rahmen *eeee* an einer verticalen Axe *ff* drehbar. Der obere verlängerte Theil der Axe *fg* trägt eine von leichtem Blech gefertigte Windfahne, welche dem Winde so viel Fläche darbietet, dafs, durch die Kraft des Windes auf die Fahne, die Ebene des drehbaren Rahmens *eeee* senkrecht auf die Richtung des Windes gestellt und gehalten wird. An dem untern Theile der Axe *f* befindet sich ein Zeiger *s*, welcher auf der eingetheilten Windrose *hh* die Richtung des Windes angiebt. Die Windrose ist um ihren Mittelpunkt drehbar, jedoch für sich, ohne den Rahmen *eeee* mit zu drehen. Diefs dient dazu, damit man bei der Aufstellung des Windmessers der Unterlage *AB* eine solche Richtung geben könne, dafs der Wind mitten durch den festen Rahmen *CCCC* streiche; dann giebt man der Windrose durch Umdrehung mittelst einer Bousole die gehörige Orientirung. Quer durch den beweglichen Rahmen *eeee* geht eine feine stählerne Axe *rq*, an welcher der bewegliche Pendel *dbaa* befestigt ist. Der Theil der Pendelstange *ba* ist nach der Richtung des Windes schneidenförmig zugeschärft, der obere kürzere Theil von *b* bis *d* hingegen etwas breiter und stärker, so dafs die entgegengesetzten Windstöfse auf die beiden Theile der Pendelstange sich wenigstens nahe compensiren. Der zu messende Stofs des Windes ist gegen die kreisförmige Scheibe *aa* von dünnem Messingblech 6 Z. Darmstädter Maafs ($=\frac{6}{40}=0{,}15$ Meter) im Durchmesser gerichtet.

Die Länge der Pendelstange von *b* bis *m* beträgt 8 Zoll ($=0{,}30$ Meter). Der durch die Kraft des Windes bewirkte Ausschlagwinkel des Pendels *cbd* wird an einem von dem Scheitel des Rahmens *eeee* senkrecht hervorgehenden in Grade eingetheilten Kreisbogen *cc* gemessen. Es spielet nämlich der obere Theil der Pendelstange, bei dem Ausschlag des Pendels, vor diesem ein-

Digitized by Google

getheilten Kreisbogen hin und her. Um die gröfsten Wirkungen plötzlich sich erhebender Windstöfse genauer zu beobachten, ist an dem Gradbogen *cc* ein sogenannter fliegender Index *i* angebracht, welcher sich leicht federnd überall an dem Gradbogen hinschieben läfst, und stehen bleibt. Derselbe wird, wenn man ihn vor der Beobachtung nach dem Scheitelpunkt des Bogens hinführt, durch die Bewegung des oberen Theiles der Pendelstange fortgeschoben, und bleibt an der Stelle stehen, welche der gröfsten Kraft des Windes entspricht. Nur bei starken und plötzlichen Windstöfsen ist es nöthig, sich des fliegenden Index zu bedienen; die allmähligen Ab- und Zunahmen schwächerer Winde werden am besten mittelst des frei spielenden Pendels beobachtet. An dem untern Theil der Pendelstange befindet sich ein verschiebbares Bleigewicht (2 Loth) in Form einer flachen Linse. Es dienet dazu, den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des Pendels zu verändern, und so dasselbe Pendel für schwächere und stärkere Winde mehr oder weniger empfindlich zu machen. Gewöhnlich hat das Gewicht *p* die Stellung, damit der gemeinsame Schwerpunkt genau in die Mitte zwischen *b* und *m* falle, und sonach das gesammte Gewicht des Pendels =5,104 Loth Cölln, auf den Mittelpunkt der Stofsfläche angebracht zur Hälfte, mit 2,552 Loth in Rechnung kommt. Statt des verschiebbaren Gewichtes *p* könnte man auch besondere Gewichte auf der hintern Seite der Stofsfläche anbringen, wiewohl mit minderer Bequemlichkeit.

Theorie des beschriebenen Windmessers.

Nennen wir das auf den Mittelpunkt des Stofses *m* reducirte Gewicht des Pendels =*p*, den senkrechten Stofs des Windes (dessen Richtung wir horizontal nehmen) gegen die Scheibe *aa*=*s*, den Neigungswinkel des Pendels mit der Verticale, unter welchem er mit dem Windstofs in's Gleichgewicht gekommen ist =*n*, und setzen

Digitized by Google

wir voraus, der schiefe Stofs folge den Gesetzen der Zerlegung der Kräfte, so giebt die Gleichung

$$p \sin n = s \cos n^2$$

oder $$s = \frac{p \sin n}{\cos n^2}$$

die Bedingungen des Gleichgewichts an. Aus dieser Gleichung folgt, dafs für $n = 90^0$, s unendlich grofs von der zweiten Ordnung seyn müfste. Diese Betrachtung war es, welche uns bestimmte, dem Windstofs eine ebene Scheibe, keine Kugel, auszusetzen. Letztere würde zwar bei jedem Stand des Pendels dieselbe Stofsfläche dem Winde senkrecht darbieten, und die Gleichung nähme die einfachere Gestalt $s = p \, tang \, n$ an, aber *ein* solches Pendel würde schwerlich hinreichen, um Winde von sehr verschiedener Stärke zu messen. Die Beobachtungen an dem Windmesser ergaben bald, dafs, wenn das Pendel einmal bis zu 60^0 und darüber gehoben war, eine verhältnifsmäfsig geringe Verstärkung des Windes nothwendig war, um es vollends bis 90^0 zu heben. Hieraus folgt, dafs der schiefe Stofs der Luft in einem geringern Verhältnisse als dem Quadrate des Sinus des Anstofswinkels abnehmen müsse, welches auch nach den bekannten Versuchen über die Gesetze des schiefen Stofses und Widerstands flüssiger Massen, namentlich des Wassers, zu vermuthen war.

Da mir keine so vollständigen Versuche über den schiefen Stofs und Widerstand der Luft bekannt sind als sie Bossüt im zweiten Theil seiner Hydrodynamik über den schiefen Widerstand des Wassers gegeben hat, so legte ich die dort angeführten Erfahrungswerthe bei der Berechnung von $s = \frac{p \sin n}{\cos n^2}$ statt der Werthe von $\cos n^2$ von 6 zu 6 Graden zum Grund. Die dazwischen fallenden Werthe von Grad zu Grad sind durch Interpolation berechnet worden. Ich glaube mich zu dieser Grundlage um so mehr berechtiget, da meine in Gilbert's

Digitized by Google

Annalen, Bd. 66. S. 39., beschriebenen Versuche über das Ausströmen der Gase aus Oeffnungen von verschiedenen Formen und unter verschiedenen Druckhöhen mich längst überzeugt haben, dafs die Bewegungsgesetze der elastischen Flüssigkeiten in sofern sie von Druck und Schwere abhängen, denen der tropfbaren Flüssigkeiten ganz analog sind. Diefs ist denn durch d'Aubuisson's neuere Versuche (Siehe *Annales de chimie et de physique, T.* XXXIV. *p.* 380. weiter bestätigt worden. Im Vorbeigehen erlaube ich mir die Bemerkung, dafs d'Aubuisson's Versuche über das Ausströmen der Luft aus verschiedenen Oeffnungen, was die Gesetze anbelangt, ganz mit den meinigen übereinstimmen, nur in dem Coëfficienten weichen sie etwas ab.

Alles dieses zusammengenommen giebt mir die Ueberzeugung, dafs die in der Tafel, S. 66., berechneten Werthe des senkrechten Stofses des Windes für die verschiedenen Neigungswinkel des Pendels der Wahrheit sehr nahe komme. Um aus dem senkrechten Stofs auf die Geschwindigkeit des Windes zu schliefsen, gehen wir zu den Gleichungen

$$h = \frac{c^2}{4g}$$

und $s = m.ha^2p$

über, wo c die Geschwindigkeit, h die dazu gehörige Druckhöhe, a^2 die Stofsfläche, p das specifische Gewicht der Luft, und m einen aus der Erfahrung zu bestimmenden Coëfficienten, g den Fallraum in einer Secunde bezeichnen.

Nun geben die meisten Erfahrungen über die Gröfse des senkrechten Luftstofses den Werth von m von $1\frac{1}{2}$ bis 2 veränderlich an. Ich entschlofs mich daher, den Werth von m durch Versuche mit dem Anemometer selbst zu bestimmen. Zu dem Ende setzte ich in den Anemometer ein anderes Pendel ein, welches zwar gleiche Dimensionen mit dem vorne beschriebenen hatte, des-

sen Gewicht, auf den Mittelpunkt des Stofses reducirt, aber nur 0,8672 Loth betrug. Es war also gegen geringe Luftstöfse empfindlicher als das gewöhnlich in dem Windmesser hängende Pendel. Nach dieser Zurichtung schritt ein Beobachter den Anemometer vor sich hertragend möglichst gleichförmig eine Länge von 508 Zollen =12,7 Meter ab, ein Anderer beobachtete die Zeit nach Secunden, und der Index gab den Ausschlagwinkel des Pendels an. Nach dem beobachteten Ausschlagwinkel konnte, wie oben gezeigt, die Gröfse von s berechnet werden. Aus der beobachteten Geschwindigkeit wurde $h=\frac{c^2}{4h}$, und hieraus $s=ga^2p$ berechnet. Die so gefundenen Werthe von s fielen stets kleiner aus, als die auf die erstere Art berechneten, und das Verhältnifs zwischen beiden variirte von 1,7 zu 2,2. Ja es bedünkte uns, als ob der Exponent des Verhältnisses mit der zunehmenden Geschwindigkeit wachse; wir legen indessen auf diese Folgerung keinen besondern Werth, da die Geschwindigkeit bei unserer Beobachtungsweise nicht über 6 F. gesteigert werden konnte, behalten uns aber vor, diesen Gegenstand durch künstlich erzeugte Luftstöfse mit grofsen Geschwindigkeiten weiter zu prüfen. Vorerst glauben wir mit ziemlicher Sicherheit für m den Werth =2 annehmen zu dürfen, um aus der beobachteten Stärke des Windstofses auf die Geschwindigkeit des Windes schliefsen zu können, indem wir zur Berechnung von c die Formel $c=\sqrt{\frac{2gs}{a^2p}}$, für s aber die bereits oben angegebenen Werthe zum Grunde legen. Für p nehmen wir das specifische Gewicht der Luft bei 28″ Barom. und +15° Reaum. an. Diefs wird hinreichen einzusehen, wie die Zahlwerthe der beiliegenden Tafel berechnet worden sind. Es bleibt uns noch übrig zu untersuchen, wie sich die Angaben unsers Windmessers verändern, wenn der Wind nicht in horizontaler Richtung, sondern un-

Digitized by Google

unter einem gegebenen Neigungswinkel gegen den Horizont sich beweget. Es heifse der Abweichungswinkel von der horizontalen Richtung a, so wird der Anstofswinkel des Windes, bei einem gegebenen Ausschlag des Pendels $=n$, $90^\circ - n + a$ oder $90^\circ - n - a$ seyn, und unsere erste Gleichung $s = \frac{p \sin n}{\cos n^2}$ erhält die Form:

$$s = \frac{p \sin n}{\cos (n - a^2)} \qquad \frac{p \sin n}{\cos (n + a^2)}$$

Hiernach haben wir, jedoch immer mit Zugrundlegung der Bossüt'schen Erfahrungen, die 2. und 3. Tafel, S. 67., für $a = 12^\circ$ berechnet.

Aus der Vergleichung der 2. und 3. Tafel mit der ersten erhellet, dafs da, wo die Abweichungen der Tafeln von einander am gröfsten sind, d. i. von 36°—60° die zu einerlei Ausschlagwinkel des Pendels gehörigen Geschwindigkeiten des Windes bei einem um 12 Grade ansteigenden Winde um $\frac{1}{10}$ kleiner, und bei einem niedersteigenden Winde um $\frac{1}{10}$ gröfser ausfallen. Kleinere Abweichungen des Windes von der horizontalen Richtung können daher ohne Bedenken vernachlässiget werden. Für gröfsere Abweichungen von auf- und niedersteigenden Winden müfsten besondere Tafeln berechnet werden. Dann aber müfste an dem Windmesser eine Vorrichtung seyn, welche die Abweichung des Windes in horizontaler und verticaler Richtung angäbe, welches sich ohne Schwierigkeiten bewerkstelligen läfst. Die punktirten Linien deuten die Idee zu einer solchen Vorrichtung an. Mitten an dem Rücken der Hauptfahne wird eine Axe in horizontaler Richtung und perpendiculär auf die Fläche der Fahne befestigt. Um diese Axe dreht sich nach vorne hin, zu beiden Seiten der Hauptfahne, eine kleinere Fahne in senkrechter Richtung auf und nieder, nach hinten hin dreht sich um dieselbe Axe ein Zeiger an einem verticalstehenden eingetheilten Halbkreis her, und giebt den Neigungswinkel der Fahne gegen die horizontale Ebene an. An dem Zeiger befindet sich zugleich ein Gegengewicht, wodurch der Schwerpunkt der kleineren Fahne in ihre Umdrehungsaxe gebracht wird. Axe, Weiser und Bogen der zweiten Fahne drehen sich durch den Windstofs gegen die Hauptfahne mit derselben um ihre lothrechte Axe.

Digitized by Google

Erste Tafel zur Seite 66.

Ausschlagw.	Stofs.	Geschwindigkeit.	Ausschlagw.	Stofs.	Geschwindigkeit.
1 Grad	0,04495 Loth	21,84 Zoll	46 Grad	3,253 Loth	185,88 Zoll
2	0,0899	28,59	47	3,372	189,36
3	0,13385	35,34	48	3,419	192,84
4	0,1798	42,09	49	3,626	196,32
5	0,22475	48,84	50	3,716	199,8
6	0,2697	52,91	51	3,896	203,16
7	0,3150	56,98	52	4,031	206,52
8	0,3603	61,05	53	4,116	209,88
9	0,4056	65,12	54	4,301	213,24
10	0,4509	69,20	55	4,4205	216,6
11	0,4961	72,55	56	4,540	219,44
12	0,5414	75,90	57	4,6595	222,28
13	0,5929	79,25	58	4,7790	225,12
14	0,6444	82,60	59	4,8958	227,96
15	0,6959	85,95	60	5,018	230,8
16	0,7474	89,12	61	5,098	232,62
17	0,7989	92,29	62	5,187	234,44
18	0,8504	95,46	63	5,258	236,26
19	0,9135	98,63	64	5,338	238,08
20	0,9766	101,80	65	5,418	239,9
21	1,0397	104,78	66	5,498	241,28
22	1,1082	107,76	67	5,5593	242,66
23	1,1659	110,74	68	5,6206	244,04
24	1,229	113,72	69	5,6819	245,42
25	1,283	116,7	70	5,7374	246,8
26	1,3376	119,68	71	5,7987	247,92
27	1,3919	123,02	72	5,860	249,04
28	1,4462	126,18	73	5,9073	250,16
29	1,6007	129,34	74	5,9546	251,28
30	1,655	132,5	75	6,002	252,4
31	1,7401	135,72	76	6,0494	253,28
32	1,8252	138,94	77	6,0967	254,16
33	1,9103	142,16	78	6,144	255,04
34	1,9954	145,38	79	6,179	255,92
35	2,0805	148,6	80	6,214	256,8
36	2,166	151,94	81	6,249	257,46
37	2,268	155,28	82	6,284	258,12
38	2,370	158,62	83	6,318	258,78
39	2,472	161,96	84	6,354	259,44
40	2,574	165,3	85	6,372	260,1
41	2,676	168,72	86	6,390	260,46
42	2,778	172,14	87	6,408	260,82
43	2,897	175,56	88	6,425	261,18
44	3,016	178,98	89	6,442	261,54
45	3,135	182,4	90	6,460	261,9

Digitized by Google

Zweite Tafel (zur Seite 65.)

Ausschlagw.	Stofs.	Geschwindigkeit.
12 Grad	0,5244 Loth	74,5 Zoll
24	1,007	103,2
36	1,756	136,6
48	2,707	169,3
60	4,02	205,8
72	5,447	240
84	6,057	253,5

Dritte Tafel.

Ausschlagw.	Stofs.	Geschwindigkeit.
12 Grad	0,6208 Loth	81,5 Zoll
24	1,481	127
36	2,728	170
48	4,255	211
60	5,274	237
72	5,997	252
78	6,320	258,8

Die Reihe meiner mit dem beschriebenen Windmesser angestellten Beobachtungen ist noch nicht zu derjenigen Vollkommenheit gediehen, um sich für eine öffentliche Bekanntmachung zu eignen. Doch will ich, um die Brauchbarkeit des Werkzeuges zu zeigen, eine Folge von Beobachtungen mittheilen, welche ich in Gesellschaft einiger Freunde am 12. August Nachmittags zwischen 3 und 4 Uhr auf der hiesigen Sternwarte, 70 Fufs über dem Boden erhaben, anstellte. Der starke Wind war vollkommen West, und es zogen von ihm getriebene elektrische Haufenwolken in schneller Folge am Himmel hin, welche zuweilen die Sonne bedeckten, doch kam es während der Beobachtung weder zu Regen, noch elektrischen Entladungen mit Blitz und Donner.

Windstöfse beobachtet, von 3 Uhr bis 3 Uhr 45 Minuten am 12. August Nachmittags 1828.

Ausschlagwinkel.	Dauer in Secunden.	Winkel.	Dauer in Secunden.	Winkel.	Dauer in Secunden.
60°—80°	18	30°—90°	19	*30°—90°	13
50 —90	15	*30 —90	12	*30 —90	11
60 —90	54	60 —90	34	20 —90	31
*60 —90	47	*40 —90	45	40 —75	16
60 —70	9	*40 —90	32	20 —90	21
50 —70	15	30 —80	9	30 —60	9
50 —90	38	40 —60	8	30 —60	7
80 —90	23	40 —70	7	30 —60	9
40 —60	12	30 —90	27	*30 —90	30
30 —76	18	40 —90	19	20 —50	3
40 —90	38	40 —80	10	*30 —90	18
30 —80	31	40 —90	18	30 —90	19
20 —90	62	40 —80	19	30 —90	12
20	1	30 —90	26	30 —90	40
30 —80	10	30 —70	7	30 —70	16
30 —90	48	30 —90	14		
50 —90	23	*30 —90	11		
32 —90	30	40 —85	8		
*40 —90	30	30 —90	25		
50 —90	9	30 —70	12		
*30 —90	54	*30 —90	26		
40 —50	13	40 —80	23		
20 —80	5	*40 —90	21		
20 —60	3	30 —90	28		
*30 —90	36	*20 —90	58		
40 —85	26	30 —80	22		
40 —90	14	40 —85	26		
*40 —90	27	*30 —90	16		
*50 —90	37	40 —60	9		
40 —90	50	40 —70	15		
40 —85	17	30 —90	13		
30 —90	13	20 —90	32		
40 —90	12	*30 —90	17		
40 —85	20	20 —85	18		

Digitized by Google

Die mit * bezeichneten Beobachtungen sind solche, wo das Pendel durch die Kraft des Windes auf Augenblicke selbst über 90° hinausgetrieben wurde: ein Beweis, dafs der Widerstand des Pendels mit den stärksten Windstöfsen nicht ganz in's Gleichgewicht gekommen war. Es wurde daher nach Beendigung dieser Reihe von Beobachtungen das bewegliche Gewicht am Pendel so weit herabgeschoben, dafs das statische Moment des Pendels im Verhältnifs von 3:4 gröfser wurde. Jetzt hoben die stärksten Windstöfse das Pendel nur auf 76°. Vermehren wir die zu diesem Winkel gehörige Gröfse des Stofses in der ersten Tafel im Verhältnifs von 3:4, und die zugehörige Geschwindigkeit in dem von $\sqrt{3}:\sqrt{4}$, so erhalten wir für den gröfsten Stofs 8,05 Loth, und für die zugehörige Geschwindigkeit 291 Z. = 7,274 Meter.

Es ist sehr beachtenswerth, dafs die Windstöfse (schicklicher wäre wohl der Ausdruck Windwellen) auf verschiedene Weise eintreten. Zuweilen hebt sich das Pendel allmählig in die Höhe, bleibt eine Zeit lang stehen, und sinkt dann eben so allmählig wieder herunter. Ein anderes Mal tritt der Stofs mit dem gröfsten Werth ein, sinkt auf eine niedere Höhe herab, und hält dann an, ehe er sich wieder verliert. Oft tritt der Stofs plötzlich ein, und verschwindet eben so wieder. Selten sahe ich nach einem Windstofs Gegenwind eintreten, ohne dafs an ein eigentliches Rückprallen und Luft von festen Körpern zu denken war. Doch über alles dieses mehr, wenn die Beobachtungen vollständiger sind.

VI. *Ueber die bei Tage mit Fernröhren geschenen und für Sternschnuppen gehaltenen Lichtpunkte.*

Bekanntlich sind die Meinungen der Physiker noch getheilt, für was man eigentlich die hellen Funken zu halten habe, die man zuweilen durch Fernröhre neben der Sonne vorbeiziehen sieht. Einige halten sie für Sternschnuppen oder Feuerkugeln, andere dagegen für vorüberfliegende Vögel, in der Luft herumschwimmende Spinnengewebe, und dergleichen von der Sonne stark erleuchtete Gegenstände; wie man aus diesen Annalen, Bd. 82.

S. 163. 244. und Bd. 85. S. 526. näher ersehen kann. Eine dritte Ansicht ist neuerlich von Hrn. Kammersecretär Göbel zu Koburg, in Schumacher's Astron. Nachrichten No. 144., aufgestellt; da diese, gewifs beachtungswerthe, Erklärung dem physicalischen Publicum nicht allgemein bekannt geworden seyn dürfte, so erlaube ich mir das Wesentliche derselben hier mitzutheilen. Hr. G. hielt die fraglichen Körper, die er selbst bisweilen beobachtete, anfänglich ebenfalls für Sternschnuppen; allein der seltsame Umstand, dafs sie sich immer nur in der Nähe der Sonne zeigen, und die Betrachtung, dafs Sternschnuppen wohl schwerlich einen solchen Glanz haben möchten, um in der Nähe der Sonne durch stark gefärbte Sonnengläser wahrnehmbar zu seyn, in diesem Falle auch schon längst mit bloſsem Auge an andern Gegenden des Himmels bemerkt worden seyn müfsten, brachten denselben auf folgende Erklärung.

Wenn man, sagt derselbe, ein Fernrohr nach der Sonne richtet, so wird die Luft im Brennpunkt des Objectivs stark erhitzt. Dadurch entsteht eine Strömung der kälteren Luft von den entfernten Theilen der innern Wand des Rohrs nach dem Brennpunkte zu. Diese Strömung wird stark genug seyn, Staubtheilchen, die zufällig an der Blendung des Oculars haften, loszureifsen und mit sich fortzuführen. Der von der Oeffnung der Blendung begränzte Raum ist aber durch das in ihm befindliche Sonnenbild im hohen Grade erleuchtet, und ein Staubtheilchen, welches sich durch diesen Raum bewegt, wird einen Glanz erhalten, der selbst durch das nahe davor stehende Sonnenglas sichtbar bleibt. So wird dasselbe, zumal da es durch die Convexlinse des Oculars vergröfsert erscheint, sich als einen fliegenden Funken dem Beobachter darstellen, welchen die Gewohnheit nur entlegene Gegenstände durch das Telescop zu sehen, leicht zu dem Irrthume verleiten kann, das schimmernde Sonnenstäubchen unmittelbar vor seinem Auge für ein leuchtendes Meteor in grofser Ferne zu halten. — Hr. G. verwahrt sich übrigens dagegen, als wolle er alle Sternschnuppenbeobachtungen am Tage damit in Zweifel ziehen; es kann also auch nicht seine Absicht seyn, die von Hrn. Prof. Hansteen in der Nähe des Polarsterns gesehene Sternschnuppe auf eine solche optische Täuschung zurückführen zu wollen. *P.*

VII. *Ueber den Gegensatz zwischen galvanisch-elektrischen Primär- und Secundärketten, und über die durch die Magnetnadel bestimmte Thätigkeitsrichtung in beiden. Ein Schreiben an Hrn. Professor Oersted von G. F. Pohl.*

Bei der letzten Unterredung mit Ew. habe ich Ihnen über einen Punkt meiner galvanischen Theorie keine Auskunft gegeben, den ich in diesem Augenblicke, nach dem ich noch gestern und heute in Gesellschaft mehrerer Physiker mit Experimentiren mannigfach beschäftigt gewesen, und zum ersten Mal wieder der speciellen Richtung, die Sie dem Gespräche gegeben haben, nachdenke, besonders berücksichtigt wünschen mufs. Ich fasse daher das Betreffende, zugleich an die wesentlichsten Hauptpunkte meiner Theorie angeknüpft, in ein Ganzes zusammen, indem ich Sie ersuche, dem Gegenstande, wie ich ihn hier darstelle, zu gelegener Zeit Ihre Aufmerksamkeit zu schenken.

Zuvörderst erlaube ich mir die Bemerkung, dafs ich meine Bestimmungen über das Positive und Negative in der geschlossenen Kette keineswegs für die Hauptsache halte; sie sind nur accidentelle Folgerungen, während die Grundansicht, aus der sie fliefsen, wesentlich darauf hinaus läuft: *dafs nicht das Metall, sondern die Flüssigkeit als das überwiegend thätige Glied in der galvanischen Kette auftrete; dafs nicht die Elektricität, sondern der chemische Proceſs das Hauptmoment der Wirksamkeit der Kette sey, und dafs Elektricität und Magnetismus nichts als modificirte, polare Thätigkeitsformen des Chemismus selbst seyen.* Diefs ist der eigentliche Punkt der Controverse in meiner Theorie; er bil-

Digitized by Google

det die Basis, die ich klar und entschieden da liegen sehe, von der ich nicht mehr weiche, und auf der ich allein nur zu unterhandeln vermag. Wenn in Hinsicht dieses Umstandes Einverständnifs statt findet, so sind alle übrige Bestimmungen nur Nebensache, und, bei allem scheinbaren Widerstreit gegen bisher gangbare Annahmen, doch einer vollkommen befriedigenden Ausgleichung fähig.

Es ist mir aber niemals, so lange ich die Expositionen über meine Theorie gemacht habe, dabei in den Sinn gekommen, zu verlangen, dafs mir ohne allen Vorbehalt die oben genannten Punkte auch so fort von vorn herein jedesmal sogleich eingeräumt würden. Ich habe es vielmehr von jeher als etwas sich von selbst verstehendes betrachtet, dafs ich sie, obgleich ich für mich von ihrer objectiven Wahrheit überzeugt bin, vorläufig nur als mögliche Ausgangspunkte hinstelle, die erst bei weiterem Verlauf und durch ihn zu Festigkeit und Evidenz gelangen müssen. Aber ich fordere dafür auch von jedem, der einmal Rücksicht auf meine Demonstrationen nimmt, dafs er dabei auch seinen eigenen Standpunkt oder wenigstens einiges von dem, was sich ihm von diesem Standpunkte aus ergeben hat, sofern es mit Resultaten, die ich auf meinem Wege gefunden, unvereinbar ist, als etwas möglicher Weise Unrichtiges betrachte, und nicht sogleich um dieser Differenz willen, wie das von andern Seiten geschehen ist, alles, was nicht in seine Form pafst, verwerfe.

Zu den besten Beweisen in der Wissenschaft gehören diejenigen, welche in der Entwicklung durch den reellen Fortgang und praktischen Bestand des Gegenstandes selbst sich ergeben. Die Methode ist dann dieselbe, welche der Mathematiker anwendet, indem er eine Function sucht, für die er vorläufig eine Form als die gemäfse erkannt hat, und nun, indem während der Entwicklung die bestimmte harmonische Gestalt

des Besondern im Allgemeinen sich herausbildet, durch die That selbst darthut, dafs die Ausgangspunkte gültig und zuverlässig seyen, dafs sie mithin aufgehört haben, Voraussetzungen zu seyn, und zu lebendigen, reellen Bestimmungen innerhalb einer reellen Sphäre geworden sind. Die gewöhnlichen hypothetischen Substrate der Physik aber, die Atome und Imponderabilien sind Voranssetzungen ganz anderer Art; sie sind verhüllte metaphysische Beziehungspunkte, die als solche niemals zu einer solchen Realität gelangen können, und Voraussetzungen bleiben, so lange die Wissenschaft sich mit ihnen zu schaffen macht.

Was demnächst den Gegensatz des Positiven und Negativen in der geschlossenen Kette anbetrifft, so glaube ich, wenn uns sonst auch die richtige Ansicht über ihn gefehlt hätte, dafs wir sie aus Ihrer grofsen Entdeckung allein schon unfehlbar hätten ableiten müssen. So wie nämlich im Magnetismus der Kette kein Punkt ausschliefslich nord- oder südpolar, sondern in beiden Thätigkeitsrichtungen zugleich, nur nach entgegengesetzten Seiten hin, begriffen gedacht werden mufs: so ist auch die chemische Thätigkeitsrichtung der geschlossenen Kette ein solches relatives +—, vermöge dessen jeder Punkt, wenn er nach einer Seite hin positiv thätig ist, nach der entgegengesetzten hin ein negatives Verhalten äufsern mufs. Jedes Metallblättchen in die Flüssigkeit der Kette eingeschoben, constatirt diese Ansicht, indem es, auch beim Minimum der Dicke, auf der einen Seite das Hydrogen entbindet, während es auf der andern oxydirt wird oder das Oxygen hervorruft.

Was einzelne Physiker, selbst durch Vermittlung des Calculs, gegen die Zulässigkeit dieser Ansicht vorgebracht haben, beruht auf Voraussetzungen, zu deren Erörterung hier um so weniger Veranlassung zu seyn scheint, da die Facta nachdrücklicher, als alle Gegengründe, sprechen. Die magnetische Polarisation der Stahlringe, die erst bei

der Trennung der letzteren zum Vorschein kommt und vorher Null ist, kann, so wenig als die mathematische Entwickelung, über das wirkliche Bestehen des Gegensatzes unter bestimmten Bedingungen, etwas entscheiden. Dafs die beiden Seiten desselben allemal, wenn sie zur Neutralisation gelangen, Null geben, wissen wir bereits so, ohne alle Integration; ob sie aber zu dieser Indifferenzirung gelangen, wie es in besondern Fällen geschieht, oder ob sie mit constanter Differenz im lebendigen Gegensatze gegen einander beharren, wie in eben so viel andern Fällen, das ist eine ganz andere Frage, über die nicht der Calcul, sondern allein das Leben und die Erfahrung in dem, was wir unmittelbar vor Augen haben, zu entscheiden vermögen. — Wenn wir den polaren Gegensatz der Naturwirksamkeit in seiner Lebendigkeit, als einen von dem abstracten des mathematischen + und — verschiedenen, auf die rechte Weise anschauen, so hat diese Ansicht gar nichts paradoxes, sie ist im Gegentheil die recht eigentliche, naturgemäfse.

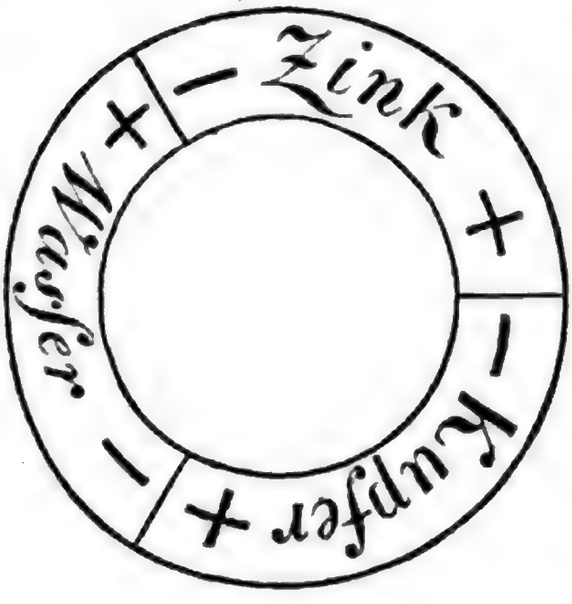
Es steht also fest: wenn ein Punkt in der geschlossenen Kette nach einer Seite hin positiv thätig ist, so ist er nach der entgegengesetzten hin negativ. Nun ist aber factisch das Zink gegen das Kupfer positiv, folglich ist es auf der andern Seite gegen die Flüssigkeit negativ und *vice versa* das Kupfer.

Die Bündigkeit dieses Schlusses allein berechtigt nicht nur dazu, sondern macht es uns selbst zur Pflicht, dafs wir bei Vergleichung einzelner Erscheinungen, wo es anders zu seyn scheint, eben gegen den Schein auf unserer Hut seyen, und, weit entfernt, ihn gelten zu lassen, die Hoffnung vielmehr nicht aufgeben, ihn als solchen zu erkennen und nachzuweisen. In der That habe ich bis jetzt überall gefunden, und kann es mit vollkommenster Entschiedenheit aussprechen, dafs alles, wodurch am lautesten jenem Schlusse widersprochen zu werden scheint, eben nur Schein und nichts als Schein sey. Der Gegen-

Digitized by Google

stand, über den ich, Ihrer Veranlassung gemäfs, weiter unten bestimmtere Auskunft zu geben habe, liefert, wie Sie sehen werden, einen nicht unwichtigen Beleg zu dieser Behauptung.

Wenn wir nun also über die Thätigkeitsrichtung in der geschlossenen einfachen Kette, die wir durch das folgende Schema darstellen, eine entschiedene Ansicht zu



fassen haben, so dürfen wir, dem Obigen zufolge, die Richtung des Positiven, nicht, wie es gewöhnlich geschieht, vom Kupfer zum Zink durch die Flüssigkeit, von *b* durch *a* nach *c*, sondern wir müssen sie gerade in der umgekekrten Richtung vom Kupfer durch die Flüssigkeit nach dem Zink, von *a* durch *b* nach *c* hin fixirt annehmen. Ich will mich darüber näher auf das Bestimmteste erklären, und zu dem Ende die Kette mit ihren gesonderten Erregungen zuerst noch einmal im ungeschlossenen Zustande, wenn eins von ihren drei Gliedern fehlt, betrachten.

1) Wenn das Wasser ausfällt (wo sodann also auch die Erregungen der Metalle zu beiden Seiten gegen dasselbe fortfallen), so ist *das Zink gegen das Kupfer positiv,* welches das eigentliche Volta'sche Fundamentalfactum, aber als solches nur ein einseitiges Moment unter den dreien ist, die zugleich mit ihm Berücksichtigung fordern. Dafs ihnen in der Volta'schen Theorie nicht diese Berücksichtigung geworden, dafs auf die eine Thatsache allein eine Ansicht der Erscheinungen überhaupt begründet seyn soll, scheint für sich allein schon gegen die Richtigkeit dieser Ansicht Verdacht erregen zu müssen.

Digitized by Google

2) Wenn das Zink ausfällt, so ist in derselben Erregungsrichtung, wie vorhin, das Kupfer gegen das Wasser positiv.

3) Wenn das Kupfer ausfällt, so ist eben so in der nämlichen Ordnung das Wasser gegen das Zink positiv oder letzterer gegen jenes negativ.

Die beiden so eben unter 2 und 3 angegebenen Erregungen sind zwar nicht durchaus constant, eben weil der Gegensatz zwischen der Flüssigkeit und dem Metall der characteristisch beweglichere ist; aber sie sind die *entschieden normalen, in der Regel auftretenden*, wie ich in zahlreichen Untersuchungen, was auch an der Stelle des Wassers vorkommen mag, alkalische oder saure Solution, gefunden habe. Unterdefs ist ja aber auch selbst der Volta'sche Gegensatz nicht einmal constant, sondern kehrt sich, nach Seebeck's Beobachtung, bei hinlänglich hoher Temperatur völlig um und *in der geschlossenen Kette, wo nicht dieser oder jener Gegensatz allein, sondern der Conflict beider zugleich statt findet*, wird einer durch den andern in seine normale Schranken zurückgewiesen. Die Ausnahmen in den gesonderten, für sich hervortretenden Gegensätzen, gehören nur transitorischen Zuständen. Die Anomalie kann zwar selbst in der geschlossenen Kette noch fortbestehen, wie namentlich in Ketten aus Eisen, Kupfer und Schwefelkalisolution, aber nur eine Zeit lang. Wenn die Schliefsung lange genug dauert, drängen sich die Gegensätze wechselseitig durch Null hindurch, und die Kette kommt durch einen reellen Polwechsel früher oder später auf den Normalzustand zurück.

Worin besteht also nun eigentlich dieser Normalzustand der Thätigkeit der geschlossenen Kette? — Darin, dafs der Conflict der beiden Gegensätze, nämlich des Volta'schen Gegensatzes zwischen den Metallen, vermöge dessen das Zink zur positiven, das Kupfer zur negativen Thätigkeit angetrieben wird; und des andern Gegensatzes

Digitized by Google

zwischen der Flüssigkeit und den Metallen, vermöge dessen gerade umgekehrt das Zink zur negativen, das Kupfer zur positiven Thätigkeit disponirt wird, dafs dieser Conflict eine wechselseitige Steigerung beider Gegensätze erzeugt; die aber, indem sie in Chemismus übergeht, nicht zu Gunsten des Volta'schen, sondern zu Gunsten des zweiten Gegensatzes ausschlägt, und in einer nicht jenem, sondern diesem allein entsprechenden Richtung erfolgt.

Die elektrische Erregung, welche die Kette vor der Schliefsung zeigt, ist, wie jede elektrische Erregung überhaupt, eine auf chemische Thätigkeit hingerichtete Anregung; sie ist die blofse Tendenz zum Chemismus. Wird dieses für's erste nur als eine Voraussetzung gefafst, die sich weiterhin durch harmonische Zusammenstimmung der ihr gemäfs combinirten Thatsachen rechtfertigen und realisiren mufs, so ist es alsdann zugleich erfahrungsmäfsig und durch hundertfältige Beobachtungen zu constatiren: dafs die positiv elektrische Erregung, welche in einem *A*, der negativ elektrischen in einem *B* gegenübersteht, die Tendenz sey, vermöge welcher das *A* sich selbst zu desoxydiren und in dem *B* eine Oxydation zu bewirken strebt, und reciprok ist die negative Erregung des *B* der positiven des *A* gegenüber, die Tendenz, nach welcher *B* sich selbst zu oxydiren und in dem *A* eine Desoxydation hervorzubringen trachtet. Nun ist vor der Schliefsung der Kette, wenn die Metalle noch nicht mit dem Wasser, sondern allein unter sich in Contact sind, das Zink positiv, das Kupfer negativ, und es müfste folglich, wenn dieser Gegensatz in der geschlossenen Kette der herrschende werden sollte, das Wasser gegen das Zink negativ, gegen das Kupfer positiv-, und somit das Zink desoxydirt, das Kupfer oxydirt werden, welches gerade das Erfahrungswidrige ist. Wenn dagegen in der ungeschlossenen Kette der Contact der Metalle unter sich noch nicht statt findet, aber zwischen dem Wasser und den einzelnen Metallen besteht, so ist das Zink nega-

tiv, das Kupfer positiv, und das Wasser gegen jenes positiv, gegen dieses negativ; also sind die Bestrebungen dann von der Art, dafs, wenn sie zur chemischen That übergingen, alsdann gegen das Zink der Oxydationseffect, gegen das Kupfer der Desoxydationseffect hervortreten müfste, welches gerade eben die erfahrungsmäfsigen Effecte sind.

Ich wiederhole nun also: dasjenige, was bewirkt, dafs die schwache, in den leisen elektrischen Erregungen vor der Schliefsung der Kette geäufserte Tendenz zu der kraftvollen erfahrungsmäfsigen That des chemischen Effects übergeht, das ist lediglich der mit der Schliefsung der Kette eintretende Conflict der beiden Gegensätze zugleich. Während einer von beiden vom ersten Momente der Schliefsung an nur als der herrschende bestehen kann, und keiner von beiden dem andern weichen will, steigern sich bereits mit jenem Momente beide wechselseitig mit blitzesschneller Geschwindigkeit bis dahin, wo der beweglichere Gegensatz zwischen der Flüssigkeit und den Metallen seine natürliche Prärogative auf die erfahrungsmäfsige Weise im reellen Chemismus geltend macht. — Wie sich die Gegensätze steigern, da sie bei ihrer Entgegensetzung sich vielmehr aufheben zu müssen scheinen, das ist dieselbe Frage, wie sich der Nord- und Süd-Magnetismus auch im kleinsten Magnetstabe, oder die positive und negative Elektricität im Contact der dünnsten Metallbleche wechselseitig im beharrlichen Gegensatze erhalten, da sie sich doch vielmehr binden zu müssen scheinen. So fragend sehen wir nur Einzelnheiten ohne die Einheit des Lebenstriebes selbst. — Wo nur zwei Factoren in einem einzigen Gegensatze sich wechselseitig hervorrufen, da ist nur noch die einseitige Richtung, nur die gerade Linie, noch nicht als individuell geschlossener Kreis vorhanden, wo aber zwei Gegensätze mit der Quadruplicität ihrer Factoren sich begegnen und in einander greifen, da schliefst sich die gerade

Linie zum Kreise, die bloſse Richtung zum bestimmten Individuum eines selbstständig gewordenen Processes in sich ab. In meiner gröſseren Schrift habe ich den hier angedeuteten Hergang auf die wechselseitige Bestimmung je zweier Factoren zurückzuführen und ihn so vollständig und anschaulich als möglich zu demonstriren versucht.

Das Verhältniſs dieser meiner Ansicht zu der üblichen Ausdrucksweise der Volta'schen und elektrochemischen Hypothese, in welcher der Erfolg durch nichts weiter als einen vom Kupfer zum Zink in der Richtung von *b* durch *a* nach *c* stattfindenden positiven Strom, oder nächst diesem auch zugleich durch einen in entgegengesetzter Richtung sich bewegenden negativen Strom motivirt gedacht wird, giebt sich von selbst. Soll dieser Strom als eigentlicher *courant électrique* ein eigenes in Bewegung gesetztes materielles Substrat seyn, so ist er für mich ein beziehungsloses und unpractisches Gedankending, durch welches nicht das mindeste von der eigentlichen Natur der Sache in's Klare gesetzt wird, und mit dem ich daher nichts zu schaffen habe; soll dieser positive Strom dagegen nur ein bloſser Ausdruck für die positive Thätigkeitsrichtung des Processes der geschlossenen Kette seyn, so kann ich, auſserdem daſs ich gleichfalls nicht weiſs wie wir zu ihm kommen und mit ihm daran sind, denselben nur als unrichtig bezeichnen, weil die positive, das heiſst, die Richtung der Oxydationsthätigkeit nicht vom Kupfer zum Zink durch die Flüssigkeit hindurch gehen kann, indem alsdann gerade, der Erfahrung entgegen, das Kupfer oxydirt, das Zink desoxydirt werden würde, sondern weil diese Richtung erfahrungsmäſsig vielmehr vom Kupfer durch die Flüssigkeit nach dem Zink, von *a* durch *b* nach *c* hin, sich erstreckt.

In der eigentlichen Natur des Processes der Kette selbst kommt nichts vor, was als eine wirkliche Bewegung, die einer äuſserlichen, fortschreitenden Strömung

vergleichbar wäre, angesehen werden dürfte. (Ueber die sogenannten Durchführungen habe ich mich a. a. O. umständlich erklärt.) Nur die Richtung, nach welcher der Trieb zur Oxydation und der ihm polar entgegengesetzte zur Desoxydation gleichmäfsig durch die Kette verbreitet ist, und nach welcher er überall, wo die besondern Bedingungen in der Natur und örtlichen Lage der Glieder der Kette es gestatten, zur Realität gelangt, so dafs nicht blofs die Fläche des Zinks, sondern auch die der Oxydationsrichtung entgegengekehrte Fläche irgend eines andern in die Flüssigkeit an irgend einer Stelle eingeschobenen Metalls eben so oxydirt wird oder das Oxygen hervorruft, während auf der entgegengesetzten, der Desoxydationsrichtung zugekehrten Fläche, eben so wie an der Fläche des Kupfers, das Hydrogen auftritt, — nur diese Richtungen des durch die ganze Kette ergossenen, aus dem Wechseldrange der Gegensätze resultirenden Thätigkeitsdranges, sind es, die als wirklich natur- und erfahrungsgemäfse, der Anschauung klar und bestimmt dargebotene Momente allein festgehalten und fixirt seyn wollen.

Um mich vom nächsten Zwecke dieser Darstellung nicht zu weit zu entfernen, so unterlasse ich hier alle Nachweisungen über die Bedeutung der magnetischen Wirkung der geschlossenen Kette und über ihren Zusammenhang mit der eben angedeuteten Ansicht von der elektrisch-chemischen Thätigkeit der Kette. Ich bemerke blofs, dafs mir, vermöge eines nachweislichen Causalzusammenhanges, dasjenige um so entschiedener gilt, was sonst als ein wenigstens in hohem Grade muthmafsliches und unbezweifeltes, nur häufig schon zu ganz verfehlten Bestimmungen angewandtes Gesetz, auch bereits überall gegolten hat: dafs nämlich die magnetischen Polarisationsrichtungen der Kette den Richtungen der Oxydations- und Desoxydationsthätigkeit in ihr, gleichviel ob diese letzteren nur als blofse Richtungen vorhanden oder an

ein-

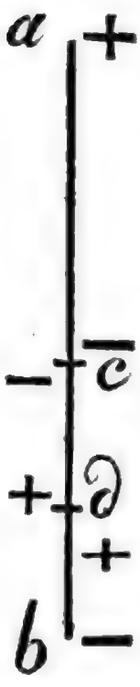
Digitized by Google

einzelnen Punkten der Kette auch in der That durch den Chemismus sich offenbaren, jederzeit auf dieselbe bestimmte Weise entsprechen, so dafs gleiche Richtungen der Magnetnadel, auf übereinstimmige Weise an verschiedenen geschlossenen Ketten bewirkt, auch gleiche übereinstimmige Richtungen der chemischen Thätigkeit in den letztern fordern, und umgekehrt.

Dieses vorausgesetzt, so wende ich mich, nachdem wir in dem Obigen vorzugsweise die Thätigkeit der galvanischen Kette in ihrem Normalzustande vor Augen gehabt haben, jetzt zur Betrachtung einer ganzen Classe von galvanischen Erscheinungen, die zu der besondern Kategorie gehören: dafs im Conflict der beiden Gegensätze nicht derjenige, welcher der Flüssigkeit ursprünglich angehört, sondern der Volta'sche Gegensatz der Metalle der herrschende wird, so dafs die Flüssigkeit oder das ihr analog fungirende Glied der Kette (Glas, Harz, überhaupt sogenannte Nichtleiter und Halbleiter) durch ihn zu einem ihren ursprünglichen Relationen geradehin entgegengesetzten Verhalten genöthigt wird. Dahin gehört unter andern der bereits oben erwähnte bekannte transitorische Zustand der Schwefelleberketten; das frappanteste Beispiel dieser Art aber giebt in gewissen Fällen die gewöhnliche Volta'sche Säule aus Kupfer, Zink und stark verdünnter Schwefelsäure selbst.

Wenn eine solche, etwa aus 60 Elementen zusammengesetzte Säule sehr lange geschlossen gewesen ist und schon kraftlos zu werden beginnt, so findet man in ihr, nachdem die Schliefsung aufgehoben, nicht selten einzelne Partieen von 15 und mehreren Elementen, die nicht sowohl als integrirender Bestandtheil, sondern vielmehr nur wie eine Ritter'sche Ladungssäule zum Ganzen sich verhalten. Es bezeichne, in dem beigefügten Bilde, *ab* die Säule und *cd* den zur Ladungssäule gewordenen Theil in ihr. Wenn in *ab* der positive Pol bei *a*, der negative bei *b* liegt, so ist der Pol *c* der Ladungssäule

Digitized by



mit einem negativen Extrem der Hauptsäule, und der Pol *d* von jener mit einem positiven Extrem von dieser verbunden. Die Ladungssäule *cd* erhält daher auch ihren negativen Pol in *c*, den positiven in *d*, in einer den Polen der Hauptsäule gerade entgegengesetzten Richtung, und dieses wird nicht nur, während *cd* für sich allein geschlossen wird, durch die veränderte Ablenkungsrichtung der Magnetnadel dargethan, sondern man kann auch, bei der Schliefsung eben dieses Theils *cd* mit einer Gasentbindungsröhre, häufig das Hydrogen und Oxygen unter Richtungen, welche den normalen geradehin entgegengesetzt sind, sich entbinden sehen, so dafs jenes von der Flüssigkeit aus nach dem Zink hin, dieses in der entgegengesetzten Richtung nach dem Kupfer hin hervortritt, und das Zink desoxydirt, das Kupfer oxydirt wird.

Diese von mir, unter vielen andern dahin gehörigen, öfter gemachte Beobachtung scheint mir besonders zur Veranschaulichung des eigentlichen Gesichtspunktes geeignet, unter welchem die sämmtlichen Phänomene der sogenannten elektrischen Ladung, von der Kleist'schen Flasche an bis zur Ritter'schen Ladungssäule hinauf, aufgefafst seyn wollen. Alle diese Phänomene sind Reactionsphänomene, die jedesmal unter einer Richtung stattfinden, welche der Richtung einer vorangegangenen Erregung gerade entgegengesetzt ist. So lange das einfache Ladungselement, oder eine Zusammensetzung aus mehreren Elementen der Art, im geschlossenen Kreise einer Primärkette sich befindet, wird es auf eine dieser letzteren gleichartige Weise erregt und zu einer gleichnamigen Thätigkeitsrichtung gezwungen. Wie es aber den geschlossenen Kreis verläfst, so tritt das überwiegende Streben, die fremde, nicht aus dem Innern kommende, sondern nur äufserlich aufgedrungene Erregung abzuweisen und in den Normalzustand zurückzukehren, lebendig

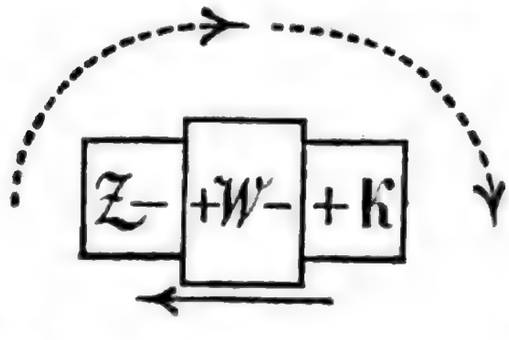
hervor, und so wie z. B. ein reducirtes Alkali, sich selbst überlassen, auch sofort wieder aus dem Zustande der Metallität in den des Oxyds zurückspringt, eben so strebt am Ladungselement das in negativ polarer Thätigkeit begriffene metallische Extrem in den Normalzustand zurückzukehren, und tritt eben darum von Aufsen in positiv polarer Erregung auf, während es von Innen her, durch die für die gewonnene Erregung empfänglichere und beharrlichere Flüssigkeit oder das Glas, u. dergl. noch in der anfänglichen negativen Erregung fest gehalten wird; und so umgekehrt am andern Extrem.

Ohne diese Ansicht wäre es in der That ein gegen alle sonstige Analogie verstofsendes Paradoxon, dafs die Extreme des Ladungselements scheinbar die gleichnamige Polarität der mit ihnen in Verbindung gewesenen Extreme der Primärkette zeigen. Sonst ruft der positive Pol überall stets den negativen hervor, und umgekehrt; nur die Erfolge der elektrischen Ladung scheinen nach den gewöhnlichen Vorstellungen davon eine Ausnahme zu machen; aber diese Ausnahme ist nur scheinbar. Wird das innere Beleg einer Leidner Flasche mit dem positiven Conductor der in Thätigkeit begriffenen Elektrisirmaschine verbunden, so ist das Metall des Conductors und des innern Belegs zusammen ein Glied in einem geschlossenen Kreise und die Erregung dieses Gliedes ist in völliger Consequenz mit allem, was unter gleichen Umständen an jedem Gliede eines jeden geschlossenen galvanischen Kreises stattfindet, positiv gegen das Glas der Elektrisirmaschine und negativ gegen das Glas der Verstärkungsflasche. Letzteres wird dagegen in der Berührung mit dem negativen Beleg positiv, auf seiner andern Seite negativ, und in Berührung mit letzterer wird wieder das äufsere Beleg positiv erregt, während die Schliefsung des Kreises zwischen ihm und dem negativen Reibzeuge auf irgend eine Weise vermittelt wird. Nur im Momente des Austritts aus der geschlossenen Kette beginnt

Digitized by

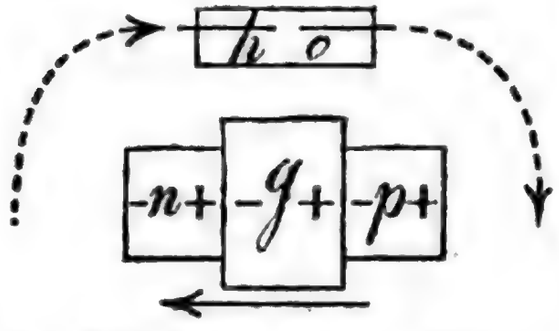
in dem Ladungselemente eine Reaction, ein Streben zur Entladung, vermöge dessen die eigentliche Erregung gegen das Glas oder gegen die sonstige Zwischensubstanz zwar nicht verdrängt, aber durch eine entgegengesetzte, von Aufsen her auftretende maskirt, und scheinbar als die entgegengesetzte von sich dargestellt wird.

Werfen wir, um dieses so deutlich als möglich zu machen, einen vergleichenden Blick auf die eigentliche galvanische Kette, in welcher Zink auf der einen, Kupfer auf der andern Seite mit der Flüssigkeit, aber noch nicht unter sich, in Contact sind, so ist die normale negative Erregung des Zinks und die eben so normale positive des Kupfers rein ausgesprochen und für sich allein da, weil sie von Innen herrührt, und weil die Kette in der Regel nicht eher, selbst nicht einmal auf unvollkommne Weise geschlossen ist, als bis der Contact der Metalle erfolgt. Zwar zeigt die Erfahrung, dafs die einfache Kette sich auch ausnahmsweise bei sehr grofser Annäherung der metallischen Extreme und geeigneten Medien schon vor dem wirklichen Contact der Metalle zu schliefsen vermöge (beiläufig ein mit meiner Ansicht nicht disharmonisches, aber mit der Volta'schen Theorie unvereinbares Factum); aber dann tritt auch in der That von Aufsen her das Zink positiv, das Kupfer negativ auf, so dafs hier der Oxydationseffect auf die Seite des letzteren, der Desoxydationseffect auf die Seite des Zinks fällt, während nach Innen gegen die Flüssigkeit die entgegengesetzten Erregungen zum Chemismus gesteigert als Oxydation des Zinks und Desoxydation auf der Seite des Kupfers hervortreten. In jedem Falle, wenn wir die Kette unter dem beigefügten, ohne weitere Erläuterung verständlichem, Bilde darstellen, geht, sobald sie geschlossen ist, die Richtung der positiven, oxydirenden Thätigkeit, der obigen Exposition gemäfs, von *k* durch *w* nach *z*, in der Richtung des



Pfeils, und mufs, wo und wie sie sonst auch in dem geschlossenen Kreise, als seine That, sich zeigen möge, überall dieselbe Richtung in diesem Kreise beobachten.

Eine Ritter'sche Ladungssäule oder ein einzelnes Element desselben, eine Kleist'sche Flasche oder eine auf beiden Seiten mit Metall belegte Glastafel bildet dagegen eine Kette, die, so wie sie geladen, das heifst, so wie in der Flüssigkeit oder dem ihr analog fungirenden Gliede bestimmte elektrisch polare Erregungen fixirt sind, sofort auch allemal vermittelst der Luft oder irgend eines andern zwischen ihren Extremen befindlichen Mediums sich zu entladen strebt und wirklich zu entladen beginnt; die also stets bereits in der Form einer schon bestehenden Schliefsung, wie unvollkommen diese an sich auch seyn möge, auftritt, und in welcher dem gemäfs das sogenannte, in beigefügter Zeichnung mit *p* bezeichnete positive Beleg, von Aufsen positiv, nach Innen aber gegen das Glas, eben so wie das Zink gegen das Wasser, negativ ist, während das Glas (*g*) gegen dieses sogenannte positive Beleg, das heifst, gegen dessen nach Innen gekehrte negative Erregung, gerade eben so, wie das Wasser gegen das negative Zink positiv ist. Das andere Beleg (*n*) ist umgekehrt von Aufsen negativ, nach Innen gegen das Glas positiv und letzteres dieser innern Erregung entgegen negativ.



Was geschieht nun, wenn eine solche Kette geschlossen wird? Nach den üblichen Vorstellungen darüber besteht der Effect nur in der Ausgleichung, welche durch den äufseren leitenden Bogen von Beleg zu Beleg vermittelt wird. Der Blick trifft dabei allein nur das Auswendige der Sache, da er doch vielmehr vor allen auf das im Innern stattfindende Wechselverhältnifs in der Thätigkeit der einzelnen Glieder der Kette und auf den hierdurch zunächst bestimmten Gang des ganzen Processes gerichtet seyn sollte. Es ist nicht meine Absicht,

gegen diese oberflächliche Ansicht zu polemisiren; ich habe mich ein für allemal darüber erklärt. Ich sehe sehr wohl ein, dafs vieles von dem, was ich sage, für sie etwas Unerhörtes seyn mufs; aber ich habe, so lange sie im Mittelpunkte ihres herkömmlichen Gesichtskreises immer nur unverrückt und voll Selbstgenügsamkeit auf derselben Stelle stehen bleibt, nichts mit ihr zu schaffen. Die leitende Verbindung beider Belege von Aufsen ist allerdings zur Schliefsung des Kreises erforderlich; aber die nächste Vermittlung der Schliefsung geschieht, eben so wie die Ladung, durch das Glas von einem Beleg zum andern, und das Glas spielt dabei, eben sowohl wie die Flüssigkeit in der eigentlichen galvanischen Kette, eine wesentliche Rolle. Es kommt zuvörderst also auf die wahre Bestimmung der Thätigkeitsrichtung in sofern an: ob der auf Oxydation gerichtete, positive Effect von *p* durch *g* nach *n*, oder umgekehrt von *n* durch *g* nach *p* hin sich erstrecke? Was und wie es im äufsern Verbindungsbogen geschehe, ist alsdann zu gleicher Zeit mit bestimmt.

Lassen wir zu dem Ende die magnetische Polarisation oder die Ablenkungsrichtung der Magnetnadel entscheiden, so ergiebt sich, dafs das *p* dem *k*, das *n* dem *z* der galvanischen Kette entspreche, und dafs mithin die positive Thätigkeit, wenn sie, wie wir oben entschieden haben, in der galvanischen Kette von *k* durch *w* nach *z* gerichtet ist, auch hier von *p* durch *g* nach *n* und im äufsern Bogen sofort von *n* nach *p* (nicht der gewöhnlichen Ansicht gemäfs, von *p* nach *n*) gerichtet seyn müsse.

Hiemit sind wir nun auf den Hauptpunkt der letzten Unterredung, die ich die Ehre gehabt habe, mit Ihnen zu führen, zurückgekommen, und in diesem Punkte scheint nun allerdings auf den ersten Blick eine Differenz sich hervorzuheben, welche entweder allen oder einigen von meinen bisherigen Prämissen die höchste, ja die entschiedenste Gefahr droht. Während nämlich das *k* in der

galvanischen Kette meiner Ansicht nach, gegen das *w* positiv ist, ist das *p*, welches dem *k* entspricht, gegen das *g*, zugleich meiner Ansicht nach, negativ. Derselbe Widerstreit findet in Absicht auf das *n* und *z* statt. Während ferner die positive Richtung in der galvanischen Kette, meiner Ansicht gemäfs, vom — nach dem + des *w* sich hin erstreckt, ist sie hier, bei consequentem Verfolg dieser nämlichen Ansicht, gerade umgekehrt von dem + des *g* nach dem — hingekehrt. — Habe ich damit also nicht selbst meine Ansicht recht eigentlich *ad absurdum* geführt?

Keineswegs. Gerade das Hervortreten dieser scheinbaren Differenz und die Art und Weise, wie sie sich auflöst, mufs ich vielmehr als die vollgültigste Bekräftigung der Harmonie und Naturgemäfsheit meiner ganzen Ansicht betrachten. Die Auflösung ist nämlich in der bestimmten Anschauung des Gegensatzes enthalten, welchen die eigentliche galvanische Primärkette und die secundäre Ladungskette unter einander bilden. Die Functionen der Primärkette kommen von Innen, sie werden in ihrem Beginn und Fortgang durch die Schliefsung, bis zu einem gewissen Zeitpunkte hin, selbst gesteigert, die Kette wird durch sich selbst *geladen;* die negative Seite des Wassers wird noch viel mehr in ihrer negativen Erregung und eben so die positive Seite noch viel mehr in ihrer positiven Erregung bis zum Chemismus gesteigert. Die von Aufsen hervorgerufenen Functionen der Secundärkette werden dagegen durch die Schliefsung deprimirt, die Kette wird durch sich selbst, durch ihre eigene Thätigkeit *entladen;* die negative Seite des Glases oder des sonstigen Zwischenmittels wird minder negativ, die positive minder positiv, wenn sie nicht auf ein gänzliches Null der Erregung zurück gebracht wird. Die Thätigkeitsrichtung der geschlossenen Secundärkette mufs also nothwendig den hervorgerufenen Erregungen und der Ordnung der Zeichen im *g* entgegengesetzt seyn, während

sie in dem w der galvanischen Primärkette mit der Ordnung der Zeichen geht.

Dieses alles aber beruht lediglich wiederum darauf, dafs in der Primärkette der Gegensatz zwischen der Flüssigkeit und den Metallen der herrschende, der Volta'sche Gegensatz aber der zurückgedrängte ist; während hingegen in der Secundärkette der Volta'sche Gegensatz, welcher allemal auf das Ausgleichungsbestreben der metallischen Differenz hinausläuft, der herrschende, der andere aber der zurückgedrängte ist, so dafs eine chemische Thätigkeit in ihr, wenn sie stattfindet, der ursprünglichen Relation geradehin entgegen und in immer schwächerem Grade erfolgt, so lange bis beide Gegensätze sich in wechselseitigem Gleichgewichte anullirt haben. In der Primärkette herrscht ursprünglich das dem Fortschritte der individualisirenden Naturentwicklung überhaupt gemäfse Bestreben des w, sich zu differenziren; die Metalle wirken diesem Bestreben entgegen, aber sie befördern gerade durch dieses Entgegenwirken die Differenzirung, und der ihnen angehörige Gegensatz wird überwunden. In der Secundärkette waltet dagegen, sobald sie sich selbst überlassen ist, ursprünglich das gegen den Entwicklungsfortschritt überhaupt gerichtete Bestreben der Metalle vor, sich zu indifferenziren; das g wirkt diesem Bestreben entgegen, aber es befördert eben damit die Indifferenzirung nur noch mehr, und der dem g angehörige Gegensatz wird verdrängt und ganz überwunden.

Unterwerfen wir demnächst nach diesem zuversichtlich naturgemäfsen Gesichtspunkte den Entladungsprozefs der in einer elektrischen Verstärkungstafel dargestellten Secundärkette schliefslich noch einer genaueren Betrachtung, so besteht das Ergebnifs in folgendem:

Das g ist auf beiden Seiten zu $+$ und $-$ differenzirt; es hält diese Erregungen, seiner Natur gemäfs, mit Beharrlichkeit fest, und mit ihnen zugleich das p in negativer, das n in positiver Erregung. p und n wider-

Digitized by Google

streben diesen Erregungen; an dem *p* tritt äufserlich eine positive, an *n* eine negative Erregung gegen die obige von *g* aus geltend gemachte innere Erregung auf, und auf beiden Seiten für sich würde bereits Indifferenzirung erfolgen, wenn das *g* durch die Beharrlichkeit seiner Erregung dieses nicht hinderte. Im Momente der Schliefsung aber beginnt durch den Conflict der Gegensätze der Ausgleichungsproceſs so, wie in der Primärkette der Differenzirungsprozeſs, indem sich die positive Thätigkeitsrichtung von *p* durch *g* nach *n* hin erstreckt, entweder durch die Oxydation der ihr entgegen gekehrten negativen Flächen (so daſs in einem im Kreise befindlichen Gasentbindungsapparat das Oxygen bei *o*, das Hydrogen bei *h* auftritt), oder, sofern es nicht zum Chemismus kommt, wenigstens durch Tilgung dieser ihrer negativen Erregung, und indem sich der entgegengesetzte Polareffect in der entgegengesetzten Richtung auf den nach der entgegengesetzten Seite gekehrten positiv erregten Flächen eben so geltend macht: dergestalt, daſs nicht nur das äufsere + und — getilgt, sondern daſs auch, der durch den ganzen Kreis ergossenen gleichen Thätigkeitsrichtung gemäſs, ein Theil des — auf der Seite des *p* und eben so ein Theil des + auf der Seite des *n* vernichtet wird. Die Indifferenzirung würde vollständig seyn, wenn der Gegensatz der Erregung in dem *g* dieser Indifferenzirung nicht eben so, wie der Volta'sche Gegensatz in der eigentlichen galvanischen Kette der Differenzirung des *w*, widerstrebte. Die Residua der Erregungen halten sich nun auf beiden Seiten gefesselt, so daſs die Erregung nach Aufsen hin Null ist. Wird aber das *p* oder *n* von dem *g* getrennt, so tritt in jenem der negative, in diesem der positive Rückstand seiner Erregung frei in dem elektrophorischen Effecte hervor. Bleiben hingegen die Belege mit dem *g* verbunden, so entwickeln, beim fortbestehenden Indifferenzirungsbestreben und vermöge der stattfindenden unvollkommenen Schliefsung durch die Luft, das

Digitized by Google

p und *n*, ihren respectiven inneren Erregungen gegenüber, so wie es ursprünglich geschah, nur allmählig und in einem verhältnifsmäfsig schwächeren Grade, jenes abermals eine positive, dieses eine negative Seite der Erregung von Aufsen her, und erzeugen so denjenigen Zustand, welcher, nach einer der Natur der Sache nicht gemäfsen Ansicht, gewöhnlich als eine rückständige Ladung bezeichnet zu werden pflegt.

Möchte es mir durch die vorliegende Skizze gelungen seyn, indem ich eine einzelne Seite meiner Theorie gegen eine scheinbare Inconsequenz gerechtfertigt habe, Ihnen darin zugleich die Theorie selbst in den einfachsten, leicht verständlichen Umrissen zu entwerfen. Vom ersten Augenblicke an, als ich Ihre grofse Entdeckung kennen lernte, betrachtete ich sie als ein Moment, das unsere Ansichten nicht gewöhnlich erweitern und ihnen mehr Leben und Eindringlichkeit als bisher in ausgezeichnetem Grade gewähren müsse. Ich liefs es mir um so angelegner seyn, sie als ein solches Moment zu verfolgen, je bestimmter von andern Seiten her sich ein Bestreben geltend machte, nach welchem diese Entdeckung gerade umgekehrt als ein Mittel zur Befestigung von herkömmlichen formalen Betrachtungsweisen dienen zu müssen schien. Ich weifs es nun wohl, und der Inhalt meiner Theorie ist ein treues Bild davon, dafs Gegensätze im Leben und in der Wissenschaft, so wie in der Natur, nothwendig hervortreten müssen, um reelle Resultate zu geben, weil gerade nur im Conflict sich das Gleichmaafs eines entschiedenen, sichern Fortschrittes zu gestalten vermag. Aber es ist wenigstens das Bewufstseyn mein Trost, nicht auf der Seite des hemmenden Gegensatzes gewesen zu seyn, und so kann ich nur wünschen, dafs Sie finden mögen, dafs auch dieses Bewufstseyn mit meinen Leistungen nicht im Widerspruche stehe. Ich bin etc.

Berlin, d. 29. September, 1828.

G. F. Pohl.

Digitized by Google

VIII *Ueber den Strahlkies von Grofsallmerode in Hessen; von Friedrich Köhler in Cassel.*

Bekanntlich wird in allen mineralogischen Handbüchern der Allmeroder strahlige Schwefelkies dem 2 und 2gliedrigen Schwefelkies (Binarkies) oder dem *fer sulfuré blanc* Haüy's beigezählt. Die, gewöhnlich sehr unvollkommene, Ausbildung der Krystalle, und das Vorkommen derselben in dem, der Braunkohlenformation angehörigen Thone — worin vorzugsweise der Binarkies angetroffen wird — mögen diesen Irrthum veranlafst haben. Nur aus einer Reihenfolge von Krystallen läfst sich in diesem Falle mit Sicherheit auf die Form schliefsen. Nicht etwa eine grofse Anzahl verwickelter Krystallgestalten ist es, die hier die Bestimmung erschwert; die ungleichwerthige Ausdehnung der Flächen in gewissen Richtungen, und der Umstand, dafs die mangelhafte Oberflächenbeschaffenheit der Krystalle keine zuverlässigen Messungen gestattet, treten der Beobachtung hindernd entgegen. Indefs ergiebt sich doch aus der Gesammtheit aller beobachteten Combinationen das bestimmte Resultat: *dafs die Krystallformen des Allmeroder Strahlkieses dem sphäroëdrischen oder regulären Krystallsysteme angehören.*

Die bei diesem Schwefelkies bisher vorgekommenen einfachen Gestalten jenes Systems sind das Octaëder $[a:a:a]$, der Würfel $[a:\infty a:\infty a]$, beide für sich allein Krystalle bildend, das Pyritoëder $[a:\infty \frac{1}{2} a:\infty a]$ und das Granatoëder $[a:a:\infty a]$, stets nur untergeordnet und mit jenen combinirt.

Die Octaëder sind gewöhnlich mit einem Ende aufgewachsen, selten nur rundum ausgebildet. Die Flächen derselben sind gegen die Kanten hin häufig stark glänzend, selbst spiegelnd, in der Mitte aber meist vertieft mit einer Neigung zum Drusigwerden. Es sind die ein-

Digitized by Google

zigen Krystalle, die Messungen mit dem Reflexionsgoniometer zulassen. Die Resultate vieler Kantenmessungen an den besten Octaëdern schwanken zwischen 109 und 111°; aber selbst schon eine oberflächliche Ansicht der Krystalle lehrt, dafs sie wegen ihrer Krümmung zu genauen Messungen durchaus nicht geeignet sind. So stimmen auch die 4 Endkantenwinkel eines und desselben Octaëders nicht unter einander, indem sie Differenzen von mehr als einem Grade zeigen, ohne dafs man daraus auf das Vorhandenseyn eines 2 und 2gliedrigen Krystallsystems schliefsen könnte.

Ganz verschieden ist die Oberfläche der Würfel, die stets rauh und matt erscheint, wie mit einer schwärzlich angelaufenen, später gebildeten, Rinde von Kiesmasse überzogen. Die Würfelflächen sind immer gebogen und drusig, und keine Streifung ist auf ihnen wahrzunehmen. Die Ecken des Würfels sind durch die Flächen des Octaëders abgestumpft, die sich gegen die Würfelkanten hin stark krümmen, und so in Abstumpfungsflächen der Würfelkanten in Granatoëderflächen übergehen. Durch das Fortsetzen der Octaëderflächen entstehen auf den Granatoëderflächen, parallel mit den erstern, kleine treppenförmige Einschnitte (Fig. 1. Taf. II.).

Eine sehr gewöhnliche Combinationsgestalt ist das Cubooctaëder (Fig. 2. Taf. II.), an dem sich die Abstumpfungsflächen der Würfelecken gegenseitig berühren. Die Octaëderflächen sind glänzend, in der Mitte häufig drusig; die Würfelflächen matt, und parallel mit den in ihnen liegenden Kanten des Pyritoëders (Grundkanten) gestreift. Je mehr das Octaëder in der Begränzung der Krystalle vorherrscht, um so mehr biegen sich die Würfelflächen in der Zone der Streifung, und gehen so endlich in die Flächen des Pyritoëders über. Diese sind matt, gewöhnlich parallel der Grundkante gestreift, und fast immer in dieser Zone gebogen.

Die genannten Krystalle kommen entweder rundum

ausgebildet, oder unregelmäfsig aufgewachsen in keiner nähern Beziehung zu der eigenthümlichen Zusammensetzung der Grundmasse vor. Sie sind ganz nach den Anforderungen des im regulären System geltenden Symmetrirgesetzes gestaltet Aber merkwürdigen Anomalieen ist da die Krystallbildung unterworfen, wo auf sie gewisse Richtungen in der Grundmasse ihren Einflufs ausüben konnten. Die rundlichen Schwefelkiesklumpen haben nämlich eine concentrische strahlige Structur — woher auch der Name Strahlkies entlehnt ist — an der Oberfläche der Masse laufen die Strahlen in Krystallspitzen aus. In der Richtung derjenigen Krystallaxe, die der Längendimension der Strahlen parallel ist, zeigen sich nun die Abweichungen von der Symmetrie, die diesen Schwefelkies zu einem interessanten Mineral machen.

So finden sich an grofsen Drusen die Enden der Strahlen als Octaëder mit vollkommen scharfen Endspitzen und abgestumpften Lateralecken (Fig. 3. Taf. II.); doch nur die am meisten hervorragenden Krystalle zeigen diese Anomalie, die tiefer zwischen den übrigen sitzenden haben sowohl abgestumpfte Terminal- als Lateralecken (Fig. 4.). Die Abstumpfungsflächen der Octaëderecken haben meist schon die auf das Pyritoëder führende Streifung, und gehen durch allmählige Krümmung endlich in die Flächen des Pyritoëders selbst über (Fig. 5. und 6. Taf. II.).

Andere Combinationen des Octaëders mit dem Pyritoëder haben auffallende Aehnlichkeit mit rhomboëdrischen Gestalten. Eine solche ist die in Fig. 7. Taf. II. dargestellte. Die mit *o* bezeichneten Flächen sind die des Octaëders, die in der Mitte drusig und am Rande glänzend sind; die gestreiften, die ein völlig mattes Ansehen haben, sind die Flächen des Pyritoëders. Zwei Octaëderflächen, die in der Zeichnung nach vorn gewandt sind, herrschen in der Begränzung vor; die beiden andern, die in der Figur am hintern Ende erscheinen, sind durch das vorwaltende Auftreten einer Pyritoëderfläche

an der Endspitze zurückgedrängt; das Gegenstück dieser Pyritoëderfläche fehlt gänzlich. Der Krystall ist nur zur Hälfte ausgebildet, und ragt so aus der Oberfläche der strahligen Masse hervor. Bei oberflächlicher Betrachtung erscheint die von zwei Octaëder- und einer Pyritoëderfläche gebildete Endspitze rhomboëdrisch; um sie ordnen sich symmetrisch paarweise die vier übrigen Pyritoëder- und zwei Octaëderflächen.

Die seltsamsten Formen bieten die verschiedenen Krystallgruppirungen dar. Die Fig. 8. Taf. II. abgebildete besteht aus Octaëdern, die zusammen wiederum ein Octaëder darstellen. Die octaëdrischen Endspitzen und Lateralecken sind sämmtlich scharf ausgebildet, ohne Abstumpfungsflächen, während in der Mitte der Lateralkanten durch das Vorhandenseyn gekrümmter Pyritoëderflächen einspringende Kanten entstehen. Selbst die einzelnen Octaëderecken, die sich so scheinbar als selbstständige Individuen von einander trennen, haben dieselben einspringenden Kanten, die die ganze Gruppirung im Grofsen besitzt. Die treppenartigen Krystalle verschmälern sich nach oben oder nach unten. Bricht man sie von einander, so hat der Querschnitt eine Form, die einer blättrigen Blume ähnelt. Zwei, sich rechtwinklig kreuzende, Linien gehen von einer Octaëderecke zur andern, und von diesen aus zeigt die Masse der Krystalle eine Anlage zur stänglichen Absonderung.

Die Gruppirung, Fig. 10. Taf. II., stellt eine ähnliche wie die vorige dar. Die Endspitzeh der Octaëder sind ganz unversehrt, nur die Lateralecken haben gebogene Abstumpfungsflächen, die gegen das untere Ende des Krystalls ganz in Würfelflächen übergehen. Die Krystalle sind in der Mitte meist mit einer Kiesrinde überzogen, aus der hier und da die Lateralecken hervorragen. Die Octaëderflächen sind glänzend, die Würfelflächen matt; die letztern haben die auf das Pyritoëder leitende Streifung, woraus man deutlich sieht, dafs man

nur fortgewachsene Krystalle und keine Zwillinge oder Vierlinge vor sich hat.

Eben so ist Fig. 11. Taf. II. ein nach unten in Würfelflächen sich endigendes Octaëder. Die Streifung abgerechnet, hat er in der Form die gröfste Aehnlichkeit mit den Zwillingskrystallen des Kreuzsteines.

Dieselbe Krystallabänderung erscheint zuweilen noch mit den Flächen des Granatoëders und des Pyritoëders (Fig. 12. Taf. II.). Die Würfelflächen biegen sich in der Zone der Streifung bis zu den Flächen des Pyritoëders und endlich des Granatoëders. An der Endspitze sind die Pyritoëderflächen deutlich vorhanden.

Fig. 13. Taf. II. ist eine Gruppirung aus einem nach unten in den Würfel übergehenden Octaëder bestehend, das sich in vier, die Flächen des Pyritoëders tragende, Spitzen endigt.

Fig. 14. Taf. II. zeigt ein Octaëder mit ganz scharfer Endspitze und gerundeten Abstumpfungsflächen der Lateralecken. Um dieses hat sich eine Hülle von Kiesmasse gelegt, die oben glänzende Octaëderflächen zeigt, nach unten aber in den Würfel übergeht, ganz so wie es bei Fig. 11. Taf. II. der Fall ist.

Sämmtliche Krystallgruppirungen haben keine scharfen Kanten und ebenen Flächen, sondern durch eintretende Krümmung und Rundung derselben wird ihre normale Lage oft so verzogen, dafs man häufig bei ihrer Bestimmung in Zweifel seyn kann. So erscheint z. B. bei Fig. 8. Taf. II. an den einspringenden Stellen der nach vorn gekehrten Lateralecken des Octaëders kleine Flächen, die so undeutlich ausgedrückt sind, dafs man sie eher Abrundungen nennen kann. Achtet man genauer auf den Zusammenhang, in welchem sie zu den übrigen Flächen der Gruppe stehen, so ergiebt sich, dafs es Stücke derjenigen Pyritoëderflächen sind, die an dem obern und untern Ende der Gruppe bei vollkommen regelmäfsiger Ausbildung erscheinen würden. Nach der

Richtung ihrer Grundkante haben sich aber dieselben nach beiden Seiten so ausgedehnt und gekrümmt, dafs sie an solchen Stellen auftreten, wo sonst ihre Erscheinung, der Ableitung aus der Diagonalzone des Octaëders zufolge, unmöglich seyn würde.

Von eigentlichen Zwillingskrystallen habe ich nur undeutliche Spuren bemerkt; sie gehorchen übrigens dem gewöhnlichen Zwillingsgesetze des regulären Schwefelkieses. Auffallend ist es, dafs der Allmeroder Strahlkies durch seine Farbe und sein specifisches Gewicht den Uebergang macht vom regulären Schwefelkies zum Binarkies. In manchen Krystallabänderungen kommt seine Farbe mit der des gewöhnlichen Schwefelkieses ganz überein, indefs manche kugelige Massen durch ihr sehr blasses Speisgelb sich in der Farbe mehr an den Binarkies schliefsen. Die Härte ist die des Feldspaths; der strahlige scheint etwas weicher zu seyn. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes lieferte folgende Resultate:

1) Strahlige Massen	4,8260 4,8312 4,8370
2) Octaëder, ganz drusig . . .	4,8146
3) - - glattflächig . .	4,8599 4,8914 4,9074
4) Cubooctaëder	4,8795
5) Würfel	4,9188.

Das Mittel aus sämmtlichen Angaben ist 4,8662, was sich mehr dem eigenthümlichen Gewichte des Binarkieses nähert.

Eine auszeichnende Eigenschaft dieses Strahlkieses ist seine Verwitterbarkeit. Gewöhnlich besitzen sehr dünnstängliche Stücke die Neigung, unter Auswitterung von Eisenvitriol, sich nach und nach ganz zu zerbröckeln; die Krystalle selbst widerstehen dem Zerfallen. Bekannt ist die Erklärung, die Berzelius von dieser Erscheinung giebt. Durch die chemische Analyse sind in-

Digitized by Google

indefs den unverwitterten Massen keine erheblichen Verschiedenheiten zu entdecken. Einige mit verschiedenen Varietäten des Allmeroder Schwefelkieses angestellte Zerlegungen überzeugten mich, dafs er dieselben Mischungsverhältnisse zeige, wie der Binarkies.

IX. *Ueber eine ungewöhnliche Form des Schwefelkieses; von Gustav Rose.*

Es ist bekannt, dafs die Flächen eines Krystalls, die in krystallographischer Hinsicht von gleichem Werthe sind, wohl nie von durchaus gleicher Gröfse vorkommen, dafs oft die eine oder die andere derselben, ohne dabei ihre Neigung gegen die benachbarten Flächen zu ändern, dem Mittelpunkt näher gerückt, und dadurch gröfser geworden ist, oder sich von demselben mehr entfernt hat, und dadurch kleiner geworden ist. In der Regel ist indefs bei Krystallen des regulären Krystallisationssystems diese verschiedene Ausdehnung der unter einander gleichen Flächen nie sehr bedeutend, und eben so wenig ist auch selten eine der 3 unter einander rechtwinkligen und gleichen Axen, die sich bei diesem Krystallisationssysteme finden, unverhältnifsmäfsig gegen die andern ausgedehnt oder verkürzt, Beispiele kommen indefs auch davon vor, sie finden sich bei den Würfeln des haarförmigen Rothkupfererzes aus dem Bannat, dem Chlorkalium u. s. w. Hr. Dr. Köhler hat in der vorhergehenden Abhandlung etwas ähnliches bei den Octaëdern des Schwefelkieses beschrieben, und da ich dieselbe Erscheinung auf eine noch auffallendere Weise an Schwefelkiesen von einem andern Fundorte, als von dem, von welchem sie Hr. Dr. Köhler beschreibt, beobachtet habe, so ist es vielleicht nicht überflüssig, diefs bei dieser Gelegenheit mit anzuführen.

Die säulenförmigen Krystalle des Schwefelkieses, welche ich zu sehn Gelegenheit hatte, hatten die Fig. 14. Taf. II. abgebildete Form. *e* sind die Flächen des Pentagonaldodecaëders, *M* die Flächen des Würfels, *s* die eines gebrochenen Pentagonaldodecaëders oder 2mal-12flächners. Die Flächen *e* des Pentagonaldodecaëders, welche einer der 3 unter einander rechtwinkligen Axen parallel sind, sind sehr ausgedehnt, und bilden ein geschobenes 4seitiges Prisma. In der Zeichnung ist diese Axe vertical gestellt, weil in der Regel die Krystalle mit dem einen Ende derselben aufgewachsen sind. Die Würfelflächen *M'*, die in der Richtung der schärfern Kanten des Prisma's liegen, sind gröfser als die *M*, welche in der Richtung der stumpfern Kanten liegen; die, welche rechtwinklig gegen die Hauptaxe geneigt sind, fehlen gänzlich. Die Enden der Krystalle werden hauptsächlich eine jede von 4 Flächen *s* des 2mal12flächners gebildet, die das Ansehn einer spitzen rhombenoctaëdrischen Zuspitzung haben, ferner von 4 schmalern Flächen *s'*, die eben diesem 2mal12flächner angehören, und 2 Flächen *e'* des Pentagonaldodecaëders. An der äufsersten Spitze finden sich die Flächen des Octaëders, und zuweilen treten auch noch ganz klein die noch fehlenden 2 Flächen des Pentegonaldodecaëders und die 4 des 2mal12flächners hinzu, welche letztere aber in der Zeichnung fortgelassen sind.

Die Flächen *e* sind matt, reflectiren indefs noch Bilder, die übrigen Flächen sind glänzend, die Octaëderflächen indefs stark glänzend, und ihre Neigungen gegen einander sind mit dem Reflexionsgoniometer sehr gut zu messen. Die Flächen *s* sind parallel den Kanten mit *M* gestreift, die Flächen *s'* aber glatt. Auf den gröfsern Würfelflächen *M'* bemerkt man oft in der Mitte eine theilende Linie in der Richtung der verticalen Axe, die aber nicht über *e'* fortsetzt. Diefs war die Ursach, weshalb ich erst die Krystalle für etwas anders als Schwefelkies hielt, ungeachtet der Aehnlichkeit mit diesem in

Farbe, Glanz und übrigen Verhalten, und weshalb ich glaubte, dafs sie 2- und 1gliedrig und Zwillingskrystalle wären, bei denen die einzelnen Krystalle mit einer Fläche zusammenlägen, die der Fläche *M* parallel wäre. Doch überzeugten mich die Messungen bald, dafs die Krystalle keine andern als Schwefelkiese seyn könnten, die nur auf diese eigenthümliche Weise nach einer Axe verlängert sind. Folgendes sind die Messungen, die ich angestellt habe, ehe ich die Krystalle noch für Schwefelkies hielt.

Ich fand die Neigung

von *e*	gegen	*e*	= 126°	49′	— 52′
- *M*	-	*e*	= 153	38	— 50
- *e′*	-	*e′*	= 53	4	— 9
- *s*	-	*e*	= 167	13	— 32
- *d*	-	*d*	= 109	19	— 25
- *s*	-	*s*	= 128	10	— 15

Beim Schwefelkiese sind aber diese Winkel folgende: Die Neigung

von *e*	gegen	*e*	= 126°	52′	
- *M*	-	*e*	= 153	26	
- *e*	-	*e*	= 53	8	
- *e*	-	*s*	= 167	23	
- *d*	-	*d*	= 109	28	
- *s*	-	*s*	= 128	15.	

Die ersteren Winkel sind mit den letzteren so übereinstimmend, dafs ich nicht für nöthig hielt, sie noch einmal mit der Genauigkeit zu messen, die man erreichen kann, aber selten bei den ersten Messungen erreicht, wo das Verlangen, zu erfahren, was das sey, was man untersucht, verhindert, dafs man alle nöthige Vorsichtsmafsregeln anwendet.

Den Fundort dieser Schwefelkieskrystalle kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben. Wahrscheinlich sind sie aus England. Ich sah die ersten Krystalle 1819 in der vortrefflichen Mineraliensammlung des Hrn. Cabinetsrath

Digitized by Google

Heyer in Dresden, der auch die Güte hatte zu erlauben, dafs ich einen kleinen Krystall von seiner Stufe herunternehmen konnte. Ein anderes Stück fand ich 1824 bei Hrn. Sowerby in London, das ich für das Königl. Minernliencabinet in Berlin kaufte und zu dieser Beschreibung benutzte. Es ist eine Druse, die ganz mit diesen nadelförmigen Krystallen bedeckt ist, deren Länge jedoch höchstens 3 Linien beträgt.

X. *Ueber einige auf trocknem Wege erhaltene Doppelsalze und andere Verbindungen; von Hrn. P. Berthier.*

(*Ann. de chim. et de physiq. T. XXXVIII. p.* 246.)

Die Zahl der Doppelsalze, welche man auf nassem Wege erhalten kann, wächst mit jedem Tage und ist schon sehr beträchtlich; aber den Salzverbindungen, die sich auf trocknem Wege bilden lassen, hat man bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt, es sey denn, den kieselsauren und borsauren Salzen. Und doch sind wahrscheinlich diese Verbindungen zahlreicher und verschiedenartiger als die ersteren. Ich habe einige derselben beobachtet, die ich jetzt beschreiben will.

Die kohlensauren Alkalien bilden, bei lebhafter Rothgluth, mit den kohlensauren Erden sehr schmelzbare Verbindungen, die diese Hitze ohne Zersetzung ertragen können; dergleichen sind: kohlens. Baryt, kohlens. Strontian, kohlens. Kalk, und selbst die Doppelsalze von kohlens. Kalk und kohlens. Talkerde. Wenn man sie aber hinlänglich erhitzt, um die kohlensaure Erde zu zersetzen, so entweicht die Kohlensäure derselben; die, anfangs sehr flüssige, Mischung kocht auf, verdickt sich immer mehr und mehr, und verwandelt sich endlich in eine un-

schmelzbare Masse, die nur ein Gemenge von dem kohlensauren Alkali und der kaustisch gewordenen Erde ist.

Diese Verbindungen haben im Allgemeinen ein sehr krystallinisches Gefüge, selbst wenn man sie rasch erkalten läfst. Gewifs wäre es leicht, sie in regelmäfsigen Krystallen zu erhalten, wenn man sie allmählig erkalten, und, vor der Erstarrung des Ganzen, einen Theil herausfliefsen liefse; allein ich habe mich mit diesen zeitraubenden Untersuchungen nicht beschäftigen können. Es wäre zu wünschen, dafs die Krystallographen sich mit einer solchen Arbeit befafsten, und alle leicht schmelzbaren Salze, die man entdecken könnte, geometrisch untersuchten; denn das Studium der Form dieser Salze wird viel zur Erweiterung und Aufklärung unserer Ansichten in Betreff der Theorie der Isomorphie beitragen.

1 Atom natürlicher kohlens. Baryt	24^{s},64
1 Atom wasserfreies kohlens. Natron	13,32
	37,96

geben, bei lebhafter Rothgluth, eine durchsichtige, wie Wasser fliefsende Verbindung, welche nach dem Erkalten compact und von einer Menge kleiner Krystalllamellen durchsetzt ist. Da der kohlensaure Baryt durch Hitze nicht zersetzbar ist, so kann diese Verbindung sehr stark erhitzt werden, ohne ihre Schmelzbarkeit zu verlieren.

1 Atom künstlicher kohlensaur. Strontian	18^{s},45
1 Atom wasserfreies kohlensaur. Natron	13,32
	31,77

mit einander gemengt, schmelzen ebenfalls gut, und geben eine steinige Verbindung, die einen unebenen Bruch besitzt und nur sehr schwache Spuren von Krystallisation zeigt. Diese Verbindung kann bis zur Weifsgluth erhitzt werden, ohne Veränderung zu erleiden, und ohne an Schmelzbarkeit zu verlieren.

Digitized by

Kohlensauren Kalk und kohlens. Natron habe ich in drei verschiedenen Verhältnissen zu verbinden gesucht, nämlich:

Kohlens. Kalk	12^{s},63	1 At.	25^{s},26	2 At.	37^{s},89	3 At.
Kohlens. Natron	13,32	1 At.	13,32	1 At.	13,32	1 At.
	25,95		38,58		51,21.	

Die beiden ersten Gemenge schmelzen mit gröfster Leichtigkeit, und fliefsen dann wie Wasser. Die Verbindungen waren, nach rascher Erkaltung, compact, im Bruch krystallinisch, emailweifs und durchscheinend. Man kann sie ohne Schwierigkeit von neuem in Flufs bringen; allein, wenn man die Temperatur ein wenig über lebhafte Rothgluth erhöht, geben sie Kohlensäure ab, wallen auf und verdicken sich, ja in der Weifsgluth verfesten sie sich völlig. Diese Eigenschaft der Doppelsalze von kohlens. Kalk und kohlens. Natron erklärt die Erscheinung, welche Hr. Boussingault beobachtete, als er den Gay-Lussit, welcher bekanntlich aus 1 Atom kohlens. Kalk, 1 At. kohlens. Natron und 11 At. Wasser besteht, vor dem Löthrohr prüfte; er sagt, dafs dieses Mineral schnell zu einer unklaren Kugel schmelze, die, einmal gebildet, unschmelzbar sey *). In der That mufs man dieses Resultat erhalten, wenn man die Probe plötzlich erhitzt, weil der in ihr enthaltene kohlensaure Kalk sich fast sogleich zersetzt; wenn man aber mit Behutsamkeit bläst, kann man die Verbindungen umschmelzen, so oft man will.

Das dritte Gemenge erweicht, kocht aber gleich hernach auf, und der kohlensaure Kalk fängt an sich zu zersetzen.

Da die kohlensaure Talkerde sich sehr leicht durch die Hitze zersetzt, so hielt ich es für überflüssig, zu versuchen, sie mit kohlensauren Alkalien zu verbinden; allein ich glaubte, dafs sie durch ihre Verbindung mit kohlen-

*) Diese Ann. Bd. 83. S. 97.

Digitized by Google

saurem Kalk mehr Festigkeit bekommen könnte, und dafs demnach möglicherweise die Dolomite im Stande seyen, schmelzbare Verbindungen mit kohlensaurem Kali oder Natron zu geben. Ich habe daher den Versuch gemacht, und er ist wirklich wohl gelungen.

1 At. Dolomit, 23^{s},30	1 At. koklens. Kalk	12,63
	1 At. kohlens. Talk	10,67
4 At. wasserfreies kohlens. Natron		53,24
		76,54

wurden in lebhafter Rothgluth recht flüssig; die Verbindung war homogen und etwas durchscheinend, und besafs einen krystallinischen, sehr blättrigen Bruch.

Wenn man aber weniger als 4 Atome kohlens. Natrons auf 1 Atom Dolomit anwendet, so läfst das Gemenge, nachdem es kaum weich geworden ist, Kohlensäure entweichen.

Das, *Ankerit* benannte, Tripelsalz von kohlens. Kalk, kohlens. Talkerde und kohlens. Eisen, welches zusammengesetzt ist aus:

kohlens. Kalk	0,511	1 At.
kohlens. Talkerde	0,257	
kohlens. Eisen	0,200	1 At.
kohlens. Mangan	0,030	
	0,998	

schmilzt gut mit seinem doppelten Gewicht an kohlensaurem Natron, und giebt eine dunkelgraue, opake Masse von krystallinischem Bruch; diese ist ein Tripelsalz von kohlens. Natron, kohlens. Kalk und kohlens. Talkerde, in welchem das Eisen und Mangan sich als Oxyde vertheilt befinden.

Die schwefelsauren Alkalien bilden mit den in Rothglühhitze nicht zersetzbaren kohlensauren Erden ebenfalls sehr schmelzbare Verbindungen; durchaus ähnliche Verbindungen erhält man auch, wenn man ein kohlensau-

res Alkali mit schwefelsaurem Baryt, Strontian oder Kalk erhitzt.

Mit 1 At.	schwefels. Natron	17^{5},84
1 At.	kohlens. Baryt	24,64
		42,48.
Oder 1 At.	schwefels. Baryt	29,16
1 At.	kohlens. Natron	13,32
		42,48.
Und mit 1 At.	schwefels. Natron	17,84
1 At.	kohlens. Strontian	18,45
		36,29.
Oder 1 At.	schwefels. Strontian	22,97
1 At.	kohlens. Natron	13,32
		36,29

erhält man sehr schmelzbare Verbindungen, welche bei der Weifsgluth ihre ganze Liquidität behalten, die compact, steinig, perlmutterweifs, opak und sehr wenig krystallinisch sind, auch einen unebenen Bruch besitzen,

Mit 1 At.	schwefels. Natron	17^{5},84
1 At.	kohlens. Kalk	12,62
		30,46.
Oder 1 At.	schwefels. Kalk	17,14
1 At.	kohlens. Natron	13,32
		30,46

bekommt man Verbindungen, die, in der Rothgluth, ruhig und ohne alle Gasentwicklung fliefsen, die compact, von körnigem Bruch, ein wenig krystallinisch, weifs, und schwach durchscheinend sind. Wenn man aber diese Verbindungen der Weifsglühhitze aussetzt, so verlieren sie ihre Kohlensäure, werden unschmelzbar und gehen in blofse Gemenge von schwefels. Natron und kaustischem Kalk über.

Schwefelsaure Talkerde und kohlensaures Natron, oder kohlensaure Talkerde und schwefelsaures Natron, vermögen keine schmelzbaren Verbindungen zu bilden, weil die kohlensaure Talkerde sich zersetzt, im Moment, wo das Gemenge anfängt sich zu erweichen.

Die calcinirten Knochen ($\dot{C}a^4\dot{P}^3$) schmelzen nicht mit den zu ihrer Zersetzung erforderlichen 4 Atomen kohlensauren Natrons. Mit 8 At. Soda, d. h. mit 13^g,32 auf 6^g,90 phosphorsauren Kalk, bildet sich eine Verbindung, welche die Consistenz eines weichen Teiges annimmt. Wenn man aber 12 bis 16 Atome kohlensaures Natron, d. h. drei- oder viermal so viel als phosphorsauren Kalk, anwendet, wird die Verbindung sehr flüssig, und sieht dann im starren Zustande einen schönen Statuen-Marmor ähnlich. Erhält man diese Verbindung eine Zeit lang in der Weifsglühhitze, so entwickelt sich Kohlensäure, und sie verliert ihre Liquidität.

Nach diesem Versuche ist es unzweifelhaft, dafs nicht das phosphorsaure Natron als Flufsmittel für die kohlensauren Erden dienen könne.

Die Salze der Alkalien sind nicht die einzigen Substanzen, welche fähig sind sich auf trocknem Wege mit den durch Rothglühhitze nicht zersetzbaren kohlensauren Salzen zu verbinden, die Chlorüre, die Fluorüre, und selbst die leicht schmelzbaren Sulfüre, besitzen ebenfalls diese Eigenschaft.

1 At. Chlornatrium	14^g,67
1 At. kohlensaur. Baryt	24,65
	39,32.
Oder 1 At. Chlorbarium	25,99
1 At. kohlensaur. Natron	13,32
	39,31

schmelzen schnell zu einer durchsichtigen Flüssigkeit, welche Dämpfe von Chlornatrium aushaucht, und geben com-

Google

pacte, durchscheinende, sehr schön weifse Verbindungen, von muschlichem unebenem Bruch wie der Quarz.

1 At. Chlornatrium	14^{s},65
1 At. kohlens. Kalk	12,62
	27,27.
Oder 1 At. Chlorcalcium	13,95
1 At. kohlensaur. Natron	13,32
	27,27

verhalten sich wie die vorhergehenden Gemenge, mit dem Unterschiede, dafs wenn man sie bis zur Weifsgluth erhitzt, sie sich verfesten und unschmelzbar werden.

1 At. Chlorbaryum	25^{s},99
1 At. kohlensaur. Baryt	24,65
	49,64

schmelzen mit der gröfsten Leichtigkeit. Im starren Zustande ist die Masse compact, schön weifs, durchscheinend, von muschlichem Bruch, und zeigt auf der Oberfläche, vor allem gegen die Ränder, viele Anzeigen von Krystallisation.

1 At. Chlorcalcium	13^{s},98
1 At. kohlensaur. Kalk	12,62
	26,60

schmelzen ebenfalls sehr leicht, und erlangen in der Rothglühhitze eine grofse Liquidität; in der Weifsgluth findet aber eine Verfestung statt.

Fluorcalcium (Flufsspath) bildet ungemein schmelzbare Verbindungen mit kohlensaurem Kali oder Natron, selbst wenn diese in einer zu seiner Zersetzung unzureichenden Menge angewandt werden. Ich habe die beiden folgenden Gemenge angewandt.

Natürlicher Flufsspath	9^{s},80 . . 1 At.	9^{s},80 . . 2 At
Wasserfreies kohlens. Kali	17,30 . . 1 At.	8,65 . . 1 At.
	27,10	18,45

Digitized by Google

Beide schmelzen mit gleicher Leichtigkeit. Die erstarrten Verbindungen sind compact, steinig, schwach durchscheinend, und zeigen hie und da, vor allem die erstere, kleine sehr glänzende Krystalllamellen. Setzt man diese Verbindungen der Weifsglühhitze aus; so verhalten sie sich wie alle die, welche kohlensauren Kalk enthalten, d. h. sie gerathen in Aufwallen, und verfesten sich allmählig, ohne hernach wieder schmelzbar zu seyn.

Läfst man diese Verbindungen an der Luft stehen, so zerfliefsen sie bald, und wenn man sie mit Wasser behandelt, so löst dieses zugleich Fluorkalium und kohlensaures Kali. Die zweite Verbindung giebt indefs weit mehr Fluorkalium, als die erste. Digerirt man sie mit Wasser, nachdem sie der stärksten Weifsglühhitze ausgesetzt gewesen sind, so findet man, dafs die Flüssigkeiten noch kohlensaures Kali enthalten. Die Rückstände enthalten also, in allen Fällen, Fluorcalcium, welches der zerlegenden Wirkung des kohlensauren Alkali's widerstand, vielleicht weil es ein Oxy-Fluorür mit dem Kalk bildete.

Erhitzt man Schwefelbaryum, Schwefelstrontium oder Schwefelcalcium mit einem kohlensauren Alkali, so bilden sich sehr schmelzbare Verbindungen, welche sich gegen Wasser verhalten, wie wenn sie Verbindungen seyen vom Sulfüre des Alkali's und dem Carbonate der alkalischen Erden.

1 At. Schwefelbaryum	21⁵,16
1 At. kohlensaur. Natron	13,32
	34,48

werden in der Rothgluth recht flüssig, und geben eine homogene, glänzende, opake, hellblonde Masse von körnigem, fast ebenem, mattem Bruche. Mit Wasser behandelt, giebt diese Masse eine schwach grünliche Flüssigkeit, die mit Säuren reichlich Schwefelwasserstoff entwikkelt, und dabei in Folge eines geringen Absatzes von Schwefel etwas opalisirt, und einen unlöslichen, grauli-

chen Rückstand, der ganz aus kohlensaurem Baryt besteht. Die geschmolzene Masse kann demnach als zusammengesetzt angesehen werden aus:

1 At. kohlensaur. Baryt	24^{S},64
1 At. Schwefelnatrium	9,84
	34,48.

Die schwefelsauren Alkalien geben mit den schwefelsauren Salzen der alkalischen Erden sehr schmelzbare Verbindungen, die denen aus der Vereinigung der kohlensauren Salze dieser Basen entstehenden analog sind.

Man weifs seit langer Zeit, dafs schwefelsaures Natron dem schwefelsauren Kalk mit der gröfsten Leichtigkeit in Flufs bringt. Diese beiden Sulfate, in dem Verhältnisse von

1 At. schwefelsaur. Natron	17^{S},84
1 At. schwefelsaur. Kalk	17,14
	34,98

vereinigt, finden sich in der Natur und machen das Mineral aus, welches man den Namen *Glauberit* gegeben hat.

1 At. schwefelsaur. Natron.	17^{S},84
1 At. schwefelsaure Talkerde	15,19
	33,03

werden in der Rothglühhitze flüssig, und geben ein compactes. halbdurchsichtiges Doppelsalz von körnigem und wachsartigem Bruch wie Chalcedon, das keine Anzeigen von Krystallisation darbietet.

1 At. schwefelsaures Natron	17^{S},84
1 At. schwefelsaurer Baryt	29,16
	47,00

schmelzen vollständig, wenn man die Hitze bis zur Weifsgluth steigert, und erzeugen eine compacte, weifse, im

Bruche körnige, krystallinische Masse, die in einigen Theilen ein Haufwerk von kleinen, sich durchkreuzenden Prismen zu seyn scheint.

Schwefelsaures Blei und wahrscheinlich alle, in der Rothglühhitze sich nicht zersetzenden, schwefelsauren Salze bilden ebenfalls mit den schwefelsauren Alkalien sehr schmelzbare Verbindungen.

1 At. schwefelsaur. Natron	17^{g},84
1 At. schwefelsaur. Blei	37,91
	55,75

werden in der Rothgluth flüssig wie Wasser. Im erstarrten Zustande ist die Masse compact, opak, körnig und matt im Bruche, und zeigt keine Anzeigen von Krystallisation.

Kohlensaurer Baryt, kohlensaurer Strontian, kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia verbinden sich auf trocknem Wege nicht mit einander. Dasselbe gilt von den schwefelsauren Salzen dieser Basen.

Die Verbindungen, welche ich so eben beschrieben habe, sind sämmtlich sehr locker; die Wirkung des Wassers allein reicht hin sie zu zerstören. Dessen ungeachtet glaubte ich nicht, dafs man annehmen darf, sie seyen blofse Gemenge. Zwar kann eine sehr schmelzbare Substanz im Flusse eine gewisse Quantität von unschmelzbaren Substanzen suspendirt halten, ohne deshalb aufzuhören flüssig zu seyn, eben so wie Wasser, welches durch feine Staubtheile getrübt ist; allein erstlich ist die Liquidität des Gemenges immer weit geringer, als die der schmelzbaren Substanz für sich, und zwar um so geringer, als die unschmelzbare darin in gröfserem Verhältnisse zugegen ist; und dennoch hat man gesehen, dafs einige der zusammengesetzten Salze, von denen die Rede war, bei einer wenig erhöhten Temperatur eine vollkommne Liquidität annehmen, obgleich von dem für sich unschmelzbaren Salz darin zwei Mal so viel als vom

Digitized by Google

schmelzbaren Salze enthalten war; dergleichen sind das Doppelsalz von kohlensaurem Baryt und Natron, das von schwefelsaurem Blei und Natron u. s. w. Anderseits verräth sich die Heterogenität der Gemenge fast immer dadurch, dafs die feste Masse in den verschiedenen Theilen der geschmolzenen ungleich vertheilt ist, während die Verbindungen, welche uns beschäftigen; sich völlig homogen erweisen.

Endlich wäre in der Annahme, dafs diese Vereinigungen von Salzen Gemenge seyen, nicht einzusehen, weshalb die, welche kohlensauren Kalk als einen ihrer Bestandtheile enthalten, und bei Rothglühhitze sehr flüssig sind, sich verfesten und bei einer höheren Temperatur unschmelzbar werden, wenn der kohlensaure Kalk durch Verlust seiner Kohlensäure auf die Hälfte seines Gewichts reducirt wird; denn wenn die Beimengung von einem Theil kohlensauren Kalks dem schmelzbaren Salze seine Liquidität läfst, so ist nicht zu glauben, dafs ein halber Theil kaustischen Kalks hinreiche, sie demselben Salze gänzlich zu rauben.

Ich habe noch einige andere sehr schmelzbare Verbindungen beobachtet, welche man auf trocknem Wege mit schwefelsauren Erden, Chlorüren und Fluorüren erhalten kann. Ich werde sehr bald Gelegenheit zu ihrer Beschreibung haben, indem ich die metallurgischen Operationen kennen lehre, bei welchen einige dieser Verbindungen eine wichtige Rolle spielen.

Digitized by Google

XI. *Bromarsenik und Bromwismuth, über Bromantimon und Oxy-Bromüre;*
von Hrn. Serullas.

(*Ann. de chim. et de phys. T. XXXVIII. p.* 318., im Auszuge.)

Unter den Metallen, welche bisher mit dem Brom verbunden worden sind, vermifst man noch das Arsenik und Wismuth; auch ist das Bromantimon von Hrn. Balard nicht ausführlich beschrieben worden. Hr. Serullas hat daher geglaubt, diese Lücke in unserer Kenntnifs vom Brom ausfüllen zu müssen.

Arsenikbromür. So wie Arsenik mit Brom in Berührung kommt, brennt es mit lebhaftem Lichte und grofser Wärmeentwicklung; unter einem dicken Rauche entsteht eine fast farblose, durchsichtige Flüssigkeit, die beim Erkalten zu langen Nadeln erstarrt.

Um diese Verbindung getrennt zu erhalten, bringt man eine gewisse Menge Brom in eine Tubulatretorte, und schüttet trocknes gepulvertes Arsenik durch die Tubulatöffnung hinein, aber in kleinen Portionen, damit eine zu grofse Erhitzung vermieden werde. Jedesmal mufs man die Retorte ein wenig erschüttern, und man sieht dann das Arsenik, auf eine eben so sonderbare Weise wie das Kali auf dem Wasser, verbrennen. Mit dem Eintragen fährt man so lange fort, bis sich das Arsenik nicht mehr entzündet, wo es dann im Ueberschufs vorhanden ist. Man legt nun eine Vorlage vor und destillirt das Bromür über.

Bei +20° C. ist das Arsenikbromür starr, zwischen 20 und 25° C. schmilzt es, und bei 220° C. siedet es. Im flüssigen Zustande ist es vollkommen durchsichtig und schwach citronengelb; an der Luft zieht es Feuchtigkeit an, raucht aber nur schwach. Beim Erkalten erstarrt es in langen Prismen.

Bei Berührung mit Wasser zersetzt es sich in Bromwasserstoffsäure und Arsenikoxyd. Letzteres, welches niederfällt, bleibt mit ein wenig Bromür verbunden, damit ein Oxy-Bromür bildend. Erstere hält ein wenig Arsenikoxyd aufgelöst, welches nicht durch Wasser abgeschieden werden kann, wie bei den Oxy-Bromüren, deren Oxyde unlöslich sind.

Die Zusammensetzung dieses Bromürs, obgleich sie sich schon durch das Verhalten desselben zum Wasser ergiebt, suchte Hr. S. durch mehrere Analysen besonders zu bestimmen. Er löste eine gewogene Menge des Bromürs erstlich in Wasser auf, fällte das Arsenik durch Schwefelwasserstoffgas und darauf die Bromwasserstoffsäure durch salpetersaures Silber. Bei einem andern Versuche bestimmt er das Arsenik durch die Menge der Arseniksäure, welche durch Oxydation des Bromürs mit Königswasser entstand, und, bei einem dritten, die des Broms durch die Menge des Bromkaliums, welche, nach Fällung des Arseniks mit Schwefelwasserstoffgas, durch Sättigung der Bromwasserstoffsäure mit Kali erhalten wurde. Aus den Resultaten mehrerer solcher Analysen (deren Detail im Original nicht angegeben ist. *P.*) schliefst Hr. S., dafs das Arsenikbromür nach der Formel: $As + Br^3$ zusammengesetzt sey *).

Antimonbromür. Das Antimon, mit Brom in Berührung gebracht, zeigt dieselben Erscheinungen wie das Arsenik; wie dieses schmilzt und brennt es, und kreist dabei auf der Oberfläche des Broms in Gestalt einer glühenden Kugel umher. Die Bereitung des Antimonbromürs ist ebenfalls der des Arsenikbromürs gleich, nur

mufs

*) Diefs Arsenikbromür entspricht also der arsenigen Säure; es bliebe mithin noch zu untersuchen, ob es ein der Arseniksäure entsprechendes Arsenikbromid gäbe, vor allem, da Hr. Dumas die Existenz eines solchen Chlorides wahrscheinlich gemacht hat (dies. Ann. Bd. 89. S. 313.). Auch beim Antimon wäre das der Antimonsäure entsprechende Bromid noch darzustellen. *P.*

Digitized by Google

mufs man, da ersteres weniger schmelzbar und flüchtig ist, den Hals der Retorte warm halten, um hier die Erstarrung desselben zu verhindern.

Das Antimonbromür bleibt starr bis +94° C., bei welchem Punkte es schmilzt; es siedet bei 270° C. Es ist farblos und krystallisirt in Nadeln. An der Luft zieht es ebenfalls Feuchtigkeit an. Durch Wasser wird es zersetzt; es scheidet sich Antimonoxyd ab, mit einer gewissen Quantität vom Bromüre zu einem Oxy-Bromüre verbunden, und es löst sich Bromwasserstoffsäure, die aber nur frei von Antimonoxyd ist, wenn man eine grofse Menge Wasser hinzugesetzt hat.

Die Zerlegung wurde auf ähnliche Weise wie beim Bromarsenik angestellt, nur wurde, um die Abscheidung des Antimonoxyds zu verhüten, der Flüssigkeit, vor der Fällung mit Schwefelwasserstoffgas, Weinsteinsäure zugesetzt. Die Zusammensetzung war: $Sb + Br^3$.

Wismuthbromür. Wismuth vereinigt sich nicht so leicht, wie die vorgenannten Metalle, mit Brom; blofse Berührung reicht bei gewöhnlicher Temperatur nicht hin, um die Verbindung zu bewerkstelligen. Es findet nur dann eine Erhitzung statt, wenn der Wismuth nicht rein ist, sondern, wie fast immer, Arsenik enthält; dann ist die Verbrennung der Menge des letzteren proportional.

Um diese Verbindung zu erhalten, mufs man gepulvertes Wismuth mit einem grofsen Ueberschufs von Brom in einem langen Rohre erhitzen. Es condensiren sich dann an den Wänden des Rohrs gelbliche Dämpfe, die ein Wismuthbromür mit mehr Brom zu seyn scheinen, und es bleibt am Boden der Röhre ein anderes Bromür von stahlgrauer Farbe zurück, welches wie in Masse geschmolzenes Jod aussieht.

Das Wismuthbromür schmilzt ungefähr bei 200° C., und ist dann hyazinthroth; beim Erkalten und Erstarren nimmt es wieder seine graue Farbe an. Es siedet bei einer dem dunkel Rothglühen nahe kommenden Hitze.

Digitized by Google

An der Luft zieht es Feuchtigkeit an, und seine Farbe geht allmälig in ein schönes Schwefelgelb über.

Durch Wasser wird es zersetzt, und zwar, wenn das Wasser in sehr grofser Menge da ist, in reine Bromwasserstoffsäure, und in Wismuth-Oxybromür, welches sich niederschlägt. Das an der Luft oder durch geringe Befeuchtung gelb gewordene Bromür hält Hr. S. für ein Hydrat desselben.

Das Wismuthbromür läfst sich auch erhalten, wenn man Wismuth mit einem Viertel seines Gewichts Arsenik genau vermischt oder legirt, die Legirung pulvert und auf das in einem Rohre enthaltene Brom schüttet. In Folge der bei der Verbrennung des Arseniks stattfindenden Erhitzung wird auch Wismuthbromür gebildet, und durch Destillation kann man dann das Arsenikbromür von dem aufserordentlich wenig flüchtigen Wismuthbromür trennen *).

Bemerkungen über die Oxybromüre. Die Oxybromüre und Oxyjodüre von Arsenik und Antimon, so wie das Oxychlorür des letzteren, treten, bei wiederholten Waschungen mit Wasser, an dieses das in ihnen enthaltene Brom, Jod und Chlor gänzlich ab; selbst das Bromür und Jodür des Arseniks **) verhalten sich so,

*) Die bisher bekannten Bromverbindungen sind neuerlich auch durch das *Bromhydrat* vermehrt worden. Wir verdanken die Kenntnifs desselben Hrn. Löwig zu *Kreuznach*, der dasselbe in Geiger's Mag. d. Pharm., Bd. 23. S. 12., beschrieben hat. Man erhält es, nach ihm, wenn man viel Brom mit wenig Wasser in Berührung bringt, und einer Temperatur von 0° aussetzt. Es bildet schöne, an Farbe ganz dem Anderthalb-Cyaneisenkalium ähnliche Krystalle von regelmäfsig octaëdrischer Form. Bei +12° bleiben sie unverändert, bei höherer Temperatur zerfallen sie jedoch in sich abscheidendes Brom und in Bromwasser. *P.*

**) Das Arsenikjodür erhält man, nach Serullas, wenn man ein Gemenge von 1 Th. Arsenik und 3 Th. Jod destillirt; es ist krystallinisch und von orangenrother Farbe. Behandelt man es mit Wasser, so wird es zersetzt; es bildet sich Jodwasserstoffsäure und eine perlmutterartige Substanz, deren Zusammensetzung noch nicht ausgemittelt ist. Diese erhielt Hr. Plisson schon

Digitized by Google

wenn man zur Zeit kleine Mengen Wasser, oder, wegen der Löslichkeit des Arseniksoxydes, besser noch Alkohol anwendet.

Diese Verbindungen, wenn man sie auch beim Punkte der anfangenden Zersetzung getrocknet hat, geben dennoch bei stärkerer Erhitzung in einem Rohre Wasser, Oxyd, Bromür oder Jodür. Beim Arsenikjodür ist die Erscheinung am deutlichsten, da die rothe Farbe desselben es zu unterscheiden gestattet; man sieht dann, dafs es in desto gröfserer Menge erzeugt wird, als die des Wassers seinerseits beträchtlicher ist.

Diese Eigenschaften könnten voraussetzen lassen, dafs das Wasser nicht im Zustande des Hydrats in diesen Verbindungen existirte, sondern diese nur Sub-Hydromate oder Sub-Hydriodate wären, welche, bei einer starken Erhitzung, zur Bildung von Wasser und einer der Sauerstoffmenge des überschüssigen Oxyds entsprechenden Menge von Bromüre Veranlassung gäben, was gleichsam den Uebergang des Hydriodats zum Jodüre versichtlichen würde.

Die HH. Gay-Lussac, Thénard und Chevreul haben, bei Abstattung eines günstigen Berichts über diese Abhandlung, hinsichtlich dieses letzteren Punktes, die Bemerkung hinzugefügt, dafs die Thatsachen, obgleich wohl beobachtet, dennoch nicht hinreichend seyen, um die bisher über die Oxychlorüre angenommene Meinung zu ändern; es würde also diese Beobachtung des Hrn. S. nur

früher, als er Jod und Arsenik mit Wasser kochte, wo sich dann diese Substanz in weifsen glänzenden Schuppen absetzte. Hr. P. hielt diese Schuppen für Arsenikjodür, Hr. S. glaubt aber, sie seyen eine Verbindung von Arsenikoxyd und Arsenikjodür; indefs erhielt er, bei Erhitzung dieser Substanz in einer Glasröhre, nur metallisches Arsenik und Arsenikjodür (*Journ. de chim. med. Ann. III. p.* 601.). — Die Darstellung eines der Arseniksäure entsprechenden Arsenikjodids ist übrigens noch nicht unternommen. *P.*

Digitized by Google

ein neues Beispiel von der Hartnäckigkeit geben, mit welcher gewisse Verbindungen das Wasser zurückhalten.

XII. *Ueber die Harze des Stock-, Körner- und Schellacks; von Otto Unverdorben.*

Der Stocklack unterscheidet sich, wie bekannt, von dem Körnerlack nur durch eine gröfsere Menge von fremdartigen Beimengungen, z. B. Häuten von Lackschildläusen, Holz u. s. w.; durch sie ist auch der rothe extractive Farbstoff im Stocklack vorhanden, welcher dem Körnerlack fast, und dem Schellack gänzlich fehlt.

Wird Stocklack mit Wasser ausgekocht, so erhält man eine gelblich rothbraune Lösung. Setzt man zu derselben ein Paar Tropfen Schwefelsäure, so schlägt sich eine geringe Menge eines braunrothen Pulvers nieder, welches bei Auskochung mit Alkohol gröfstentheils ungelöst bleibt. Diefs Ungelöste backt in der Hitze wie ein Harz zusammen, löst sich in Ammoniak und Kali mit schön violetter Farbe, und giebt in dieser Lösung, mit Erd- oder Metallsalzen vermischt, violette, im Wasser unlösliche Niederschläge. Die Menge dieses Stoffes beträgt ungefähr $\frac{1}{4}$ Procent des Stocklacks. Das Harz, welches der Alkohol gelöst hat, ist ein Gemisch von drei Harzen des Körnerlacks.

Die durch Schwefelsäure gefällte Flüssigkeit habe ich nicht weiter untersucht, als dafs ich sie mit kohlensaurem Natron vermischte, bis sie dunkelroth wurde, hierauf gelinde zur Trockne verdunstete, wobei sich der Farbestoff nicht zersetzte, und den Rückstand mit Alkohol auskochte. Hiebei entwickelte sich etwas Gas, und das Farbestoff-Natron verwandelte sich in ein braunes Extractivstoff-Natron, das sich im absoluten Alkohol nicht löste.

Digitized by Google

Körnerlack.

Derselbe wurde so viel als möglich von den mechanischen Beimengungen befreit, und hierauf mit 60gradigem Alkohol (nach Richter) gekocht; die Lösung wurde siedend filtrirt und zwar in einem Gefäfse, worin es sich nur sehr langsam abkühlen konnte.

Auf dem Filtrum blieb eine weifsliche, zerrissene, fadenförmige Masse (α) zurück, gemengt mit gelblichen, hautartigen Körpern und sonstigen Unreinigkeiten. Nachdem die Masse α einige Mal mit 60gradigem Alkohol ausgekocht worden war, mochte sie ungefähr 8 Procent des angewandten Lacks betragen.

Die weingeistige Lösung des Körnerlacks setzte beim Erkalten eine gallertartige, braune Masse ab, die durch Auspressen zwischen Leinwand, nochmaliges Auflösen in siedendem 60gradigen Alkohol, Gerinnenlassen durch Erkalten, und abermaliges Auspressen gereinigt wurde. Den so gereinigten gallertartigen Stoff, welcher ungefähr 8 Procent des Lacks beträgt, werde ich mit γ, und die von ihm getrennte weingeistige Lösung mit β bezeichnen.

Der Rückstand α.

Dieser Stoff war nun im Aeufseren der von John und Funcke beschriebene Lackstoff; doch liefsen sich aus demselben noch mehrere Körper abscheiden. Nachdem er mit 84gradigem Alkohol siedend ausgezogen worden, welcher beim Erkalten etwas Wachs absetzte, wurde er zu mehreren Malen anhaltend mit Aether digerirt und der Aether abfiltrirt. Dieser enthielt nun (a) die gröfste Menge des Wachses gelöst, doch entzog er dem Rückstande von α nicht alles Wachs; denn, wie sich späterhin ergeben wird, läfst sich diesem Rückstande durch gelindes Erwärmen mit reinem Steinöl, dem man zur Erniedrigung des Siedepunkts ein Sechstel Aether zusetzen kann, noch Wachs entziehen.

Der Körper α hatte nun den weifsen, zerrissen faden-

Digitized by Google

förmigen Stoff verloren, der also Wachs gewesen war, und enthielt jetzt blofs die gelblichen zerstückten hautartigen Massen, nebst den sonstigen Unreinigkeiten, die beide sich durchaus nicht mechanisch absondern liefsen.

Der Rest des Körpers *a* wurde nun mit 60gradigem Alkohol, dem etwas Salzsäure zugesetzt worden, bei gelinder Hitze digerirt. Hiedurch erhielt ich eine braunrothe Tinktur und einen Rückstand, bestehend aus Holzfasern und dergleichen fremdartigen Körpern. Die Tinktur wurde filtrirt, mit einer gleichen Menge Wasser versetzt, und nun gelinde abgedampft, bis aller Alkohol verdunstet, die wäfsrige Flüssigkeit durchsichtig gelbroth erschien, und das abgeschiedene Harz zusammengesintert war.

Die wäfsrige saure Flüssigkeit wurde mit kohlensaurem Natron neutralisirt. Hiebei schlug sich eine Verbindung des rothen extractiven Farbstoffs (*b*) mit Kalkerde nieder, und eine geringe Menge von Farbstoff blieb mit blauer Farbe in der wäfsrigen Flüssigkeit gelöst. Letzteren kann man an Thonerde binden, wenn man die Flüssigkeit mit dieser kocht; die Verbindung ist blau.

Das aus der, diesen extractiven Farbstoff enthaltenden, Flüssigkeit abgeschiedene Harz wurde nun mit Aether ausgekocht. Bei Verdunstung der ätherischen Lösung blieb ein rothbraunes Harz zurück. Aus diesem zog Wasser einen rothen extractiven Farbstoff, und als das Ungelöste mit Steinöl behandelt wurde, löste sich darin etwas Wachs und ein in Stein- und Terpentinöl lösliches Schellackharz (*c*). Was das Steinöl zurückliefs, war ein Harz (*d*), welches sich in Aether uud Kali leicht löste, und unter Schellackgeruch schmolz und sich verkohlte.

Dem oben vom Aether ungelöst gelassenen Rückstand entzog siedender Alkohol noch ein im Aether unlösliches Harz (*e*), das sich dem im Aether unlöslichen Harze *B* des Körnerlacks gleich verhielt.

Sie war, Gott sei's gedankt, nicht gekommen. Auf Schloß Ingelin ist Freude und Jubel, denn der Graf hat seine Tochter wiedergefunden, und Hochzeit soll gefeiert werden, wie sie noch nie gefeiert worden ist. Die Verlobung ist schon vorüber, und der Bräutigam, der Sohn des Grafen Rudolf, ist ein junger Mann, der Gott und die Welt kennt, und der Braut, die ihn ihrer Liebe würdig gefunden hat, ist er ein treuer Gatte. Wenn sie sich ansehen, dann sieht man, daß sie sich lieben, und wenn sie sich küssen, dann ist es, als ob sie sich nie mehr trennen wollten.

Alfred, der ein wenig bekümmert schien, bekommt jetzt seine Lebensfreude wieder. Er ist ja nicht mehr allein, er hat eine Schwester, die ihn liebt, und einen Vater, der ihn liebt, und eine Braut, die ihn liebt, und Freunde, die ihn lieben. Und er, der sich so einsam fühlte, hat jetzt so viele, die ihn lieben, daß er sie gar nicht alle zählen kann. Und er liebt sie alle wieder, und sie sind alle glücklich, und er ist glücklich, und alle sind glücklich.

Alfred, der ein wenig bekümmert schien, bekommt jetzt seine Lebensfreude wieder. Er ist ja nicht mehr allein, er hat eine Schwester, die ihn liebt, und einen Vater, der ihn liebt, und eine Braut, die ihn liebt, und Freunde, die ihn lieben. Und er, der sich so einsam fühlte, hat jetzt so viele, die ihn lieben, daß er sie gar nicht alle zählen kann. Und er liebt sie alle wieder, und sie sind alle glücklich, und er ist glücklich, und alle sind glücklich.

Alfred, der ein wenig bekümmert schien, bekommt jetzt seine Lebensfreude wieder. Er ist ja nicht mehr allein, er hat eine Schwester, die ihn liebt, und einen Vater, der ihn liebt, und eine Braut, die ihn liebt, und Freunde, die ihn lieben. Und er, der sich so einsam fühlte, hat jetzt so viele, die ihn lieben, daß er sie gar nicht alle zählen kann. Und er liebt sie alle wieder, und sie sind alle glücklich, und er ist glücklich, und alle sind glücklich.

Alfred, der ein wenig bekümmert schien, bekommt jetzt seine Lebensfreude wieder. Er ist ja nicht mehr allein, er hat eine Schwester, die ihn liebt, und einen Vater, der ihn liebt, und eine Braut, die ihn liebt, und Freunde, die ihn lieben. Und er, der sich so einsam fühlte, hat jetzt so viele, die ihn lieben, daß er sie gar nicht alle zählen kann. Und er liebt sie alle wieder, und sie sind alle glücklich, und er ist glücklich, und alle sind glücklich.

löst sich nicht in salzsäurehaltigem Alkohol, und unterscheidet sich also hiedurch wesentlich vom Lackstoff.

Ich glaube nicht, dafs John's Lackstoff durch Auflösen im salzsäurehaltigen Alkohol zersetzt wird, da der Körper (*f*) sich eben so wie der von John beschriebene Lackstoff verhält. Da dieser Stoff sich übrigens auf so verschiedenen Wegen in Harze verwandeln läfst, so glaube ich, dafs er den indifferenten Harzen nahe zu stellen ist, obgleich ihn seine Auflöslichkeit in salzsäurehaltigem Alkohol mehr der elektropositiven Seite zu nähern scheint. Sonderbar ist es, dafs er dessen ungeachtet stets in stark elektronegative Harze verwandelt wird.

Der extractivartige Farbestoff ist übrigens zum Theil an Kalk gebunden, da man durch Wasser etwas Farbstoffkalk ausziehen kann; er ist in den Schildlaushäuten enthalten.

Der braune hautartige Körper ist, wie mir scheint, die reine Substsanz (*f*), doch konnte ich ihn nicht genugsam mechanisch absondern.

Von der alkoholischen Harzlösung β.

Diese wurde mit Wasser zu gleichen Theilen vermischt, und so lange abgedampft, als noch Alkoholdämpfe entwichen, alsdann die wäfsrige Flüssigkeit von der grofsen Menge Harz, die sich ausgeschieden hatte, abgegossen und für sich zur Trockne verdunstet, und hierauf der Rückstand mit Wasser ausgekocht, wobei abermals eine Quantität Harz zurückblieb.

Als nun die wäfsrige Lösung mit Phosphorsäure versetzt wurde, fiel ein braunes Harz nieder, das ungefähr $\frac{1}{2}$ Procent des Lacks ausmachte. Diefs bestand aus zwei Harzen, von denen das eine (*A*) in Aether und Kalilauge, in letzterer mit violetter Farbe, löslich war, das andere dagegen zwar in Kalilauge und kaltem 60gradigen Alkohol, nicht aber in Aether löslich, war, und beim Schmelzen nach Schellack roch.

Digitized by Google

Der Herr ist Lichtes voller, Mir die eingeweihte Seele Ist ein Tempel, Ihm geweihet, Ihm, dem Lichte, Ihm, dem Leben.

Und wie Sie sehen, ist auch dieses Gedicht, das Sie in Ihrem Exemplar finden, mit Bleistift durchstrichen. Ich habe es nicht durchstrichen, ich habe es nicht gelesen, ich habe es nicht gekannt, ich habe es nicht gewollt, ich habe es nicht gewünscht, ich habe es nicht gebilligt, ich habe es nicht verurteilt, ich habe es nicht verdammt, ich habe es nicht gehaßt, ich habe es nicht verachtet, ich habe es nicht verabscheut, ich habe es nicht verflucht, ich habe es nicht verwünscht

hitze backt es wie ein Harz zusammen, und schmilzt dann, weiter erhitzt, unter Aufblähen und Ausstofsen eines Schellackgeruchs. In kalter Kalilauge und in Ammoniak löst es sich nach und nach unzersetzt. Ueberschüssiges Kali fällt das Harzkali nicht; wird aber die Kalilösung gekocht, so erleidet das Harz eine sonderbare Zersetzung.

Fällt man nämlich das Harz durch Schwefelsäure, so erhält man einen braunen Theer. Diesen löste ich in einer eben hinreichenden Menge von Kalilauge, und fällte die Lösung durch essigsaures Bleioxyd. Das Gefällte zog ich siedend mit 60gradigem Alkohol aus. Es löste sich ungefähr die Hälfte mit strohgelber Farbe. Aus dieser Lösung wurde das Blei durch Salzsäure gefällt, die alkoholische Flüssigkeit abgedampft, und das abgeschiedene gelbe, theerige Oel mit reinem leichtflüchtigen Steinöl ausgezogen *).

Wenn man nun das Steinöl gelinde verdunstet, bleibt ein Gemisch von Olein- und Stearinsäure zurück, die sich als solche, sowohl durch ihr Verhalten zu Kali und Kupferoxyd, als auch durch ihren Geruch bei Erhitzung und Destillation, zu erkennen geben.

Die vom Alkohol nicht gelöste Bleiverbindungen, durch Salzsäure zersetzt, geben einen braunen Theer, aus dem durch Steinöl nur eine Spur von Oleinsäure zu entziehen ist. Ich werde diese Verbindungen späterhin untersuchen.

Das Harz *B* in Alkohol gelöst, fällt das alkoholische essigsaure Kupferoxyd, und verbindet sich mit dem Oxyde zu einem grünlichen, in Aether und Oelen unlöslichen Pulver. Im Alkohol gelöst, treibt es auch die Kohlensäure aus der kohlensauren Magnesia beim Sieden leicht aus. Die hier sich bildende Harzmagnesia ist eine, den sauren Salzen analoge Verbindung, und in Alkohol

*) Wird käufliches Steinöl mit etwas kalihaltigem Wasser destillirt, so geht ein reines weifses Steinöl über, das beim Verdunsten keinen Rückstand hinterläfst.

Digitized by Google

leicht löslich. Die neutrale Verbindung des Harzes mit Magnesia erhält man, wenn eine in der Kälte gesättigte Auflösung des Harzes in Kali mit salpetersaurer Magnesia gefällt wird. Die so erhaltene Harzmagnesia ist in Alkohol unlöslich. Das Harz *B* gehört also zur Gattung *β*. Mit Bleioxyd, Zinkoxyd u. s. w. verbindet sich dieses Harz zu bräunlichen, in Alkohol, Aether und Oelen unlöslichen Pulvern.

Die ätherische Lösung, aus welcher das Harz *B* sich abgesetzt hatte, wurde zur Trockne verdunstet, und der Rückstand hierauf in einer geringen Menge Aether gelöst. Die etwas dünnflüssige Lösung vermischte ich nun mit einer gleichen Menge reinen Steinöls und liefs den Aether an der Luft verdampfen. Hiebei schlug sich die gröfste Menge als ein braungelbes Harz nieder, und das Steinöl enthielt nur noch ein Paar Procent (vom angewandten Lack) Olein- und Stearinsäure, nebst einer geringen Menge des später zu beschreibenden Harzes *F* und eines andern gelbbraunen Harzes gelöst, die sich beim Verdunsten des Aethers als eine braune, theerige Masse absetzten. Das Harz trennt man von den Säuren, indem man den Theer mit Bleioxyd verbindet, und das olein- und stearinsaure Bleioxyd durch Alkohol oder Aether auszieht. Das rückständige Harzbleioxyd liefert, durch Säuren zersetzt, noch ein theeriges Harz, welches ich nicht von der, wahrscheinlich in ihr enthaltenen Oelsäure habe trennen können. Es sind also die hier vorkommenden Körper: Oleinsäure, Stearinsäure und ein unreines Harz.

Das oben vom Steinöl aus der ätherischen Lösung gefällte Harz wurde nun in Alkohol gelöst, und mit überschüssiger kohlensaurer Magnesia gekocht. Hiebei entwickelte sich Kohlensäure, während sich Magnesia löste; die überschüssige Magnesia färbte sich roth. Diese wurde auf ein Filtrum gebracht, gut mit Alkokol ausgewaschen, und nun die Magnesia mit Salzsäure ausgezogen. Es

Digitized

blieb ein gelbbrauner, harziger, noch bei +80° pulverförmiger Körper zurück, welcher ungefähr 2 Procent des angewandten Lacks betrug. Aether löste diesen nur zum gröfsten Theil, und liefs ein Harz ungelöst zurück, das sich dem von *B* gleich verhielt. Wurde nun die ätherische Lösung an der Luft verdunsten gelassen, so krystallisirte, in spiefsartigen Krystallen, ein Harz (*F*), das schön braungelb gefärbt war, und durch schnelles Abspülen von dem in der ätherischen Lösung noch befindlichen braunen Harze (*G*) getrennt wurde; diefs braune unkrystallisirbare Harz (*G*) enthält indefs auf diese Art immer noch etwas von dem Harze (*F*). Noch leichter, und zugleich vollständig, kann man diese beiden Harze trennen, wenn man sie in kalter Kalilauge löst, und diese Lösung durch schwefelsaure Magnesia fällt. Schüttelt man nun die hiebei entstandene Harzmagnesia mit einem Ueberschufs von verdünnter Kalilauge, so bleibt eine violette Verbindung des Harzes *F* mit Magnesia, gemengt mit Magnesia, zurück, während die Verbindung des Harzes *G* mit Magnesia durch die Kalilauge zersetzt wird, und sich Harzkali bildet, welches in Wasser gelöst bleibt und abfiltrirt werden kann. Der auf dem Filtrum gebliebenen, violetten, unlöslichen Masse kann man durch Salzsäure alle Magnesia entziehen, worauf dann das Harz *F* rein zurückbleibt. Das Harz *G* kann man aus der filtrirten Flüssigkeit leicht durch Salzsäure niederschlagen.

Wird das orangengelbe Harz (*F*) für sich erhitzt, so schmilzt es zu einer bei durchfallendem Lichte röthlich braungelben, und bei reflectirtem Lichte schwarzen Flüssigkeit, die beim Erkalten dick und fadenziehend wird, und dann, ohne zu krystallisiren oder trübe zu werden, wie ein Harz erhärtet.

Diefs Harz ist ungefähr in 20 Th. kaltem Alkohol und Aether löslich. Von siedendem Aether erfordert es nur 15 Th., und aus dieser Lösung krystallisirt es beim Erkalten. Die Krystalle werden deutlicher, wenn der

Digitized by Google

Aether eine Säure, z. B. Salzsäure, enthält, ohne dafs deshalb die Salzsäure mit in die Krystalle eingeht. Siedender Alkohol löst das Harz leicht auf, und, wenn die Auflösung concentrirt war, gesteht sie beim Erkalten, wegen der Feinheit der sich absetzenden Krystalle. Kaltes Terpentinöl löst das Harz schwer, siedendes leichter, und aus dieser Lösung krystallisirt es beim Erkalten in Flocken.

Ammoniak löst das Harz mit schöner reiner Veilchenfarbe auf. Beim Einkochen wird die Lösung etwas trübe und, unter Entweichung einer Spur von Ammoniak, bräunlich. Ein Zusatz von Ammoniak stellt die Farbe und Durchsichtigkeit sogleich wieder her. Nur bei völligem Eintrocknen wird das Harz *F* gänzlich abgeschieden. Wegen dieses Verhaltens gegen Ammoniak gehört das Harz *F* zur Gattung *α*.

Kali löst diefs Harz mit eben der violetten Farbe auf, und die Lösung trocknet, wie Gummi, zu einer Masse ein, die nur an den Kanten violett durchsichtig ist, sonst aber schwarz erscheint. Verdünnte Kalilauge schlägt das Harzkali aus dessen concentrirter Lösung nicht nieder, wohl aber concentrirte, welche dasselbe pechartig fällt. Wird das rothe Harzkali, trocken oder flüssig, lange der Luft ausgesetzt, so wird es braun. Das trockne löst sich dann leicht im Wasser und in siedendem Alkohol mit brauner Farbe auf; aus letzterem fällt es beim Erkalten, bis auf $_2^1\sigma$, gallertartig heraus. Dieser braune Körper ist ein saures Harzkali, dadurch entstanden, dafs die Kohlensäure der Luft einen Theil des Kali's in kohlensaures umgewandelt hat. Wird zu der sauren Harzkalilösung etwas Kalilauge zugesetzt, so wird sogleich die frühere neutrale violette Verbindung wieder hergestellt. Absoluter Alkohol löst diefs neutrale Harzkali wenig; Aether löst es gar nicht, zersetzt aber das Harz desselben chemisch, indem es ihm die Eigenschaft nimmt, durch hinreichendes Kali mit rother Farbe gelöst zu wer-

Digitized by Google

den. Das mit Aether gekochte Harzkali löst sich mit brauner Farbe in Wasser; überschüssige Kalilauge röthet die Lösung nicht: Säuren schlagen daraus ein braunes Harz nieder. Ich habe oft bemerkt, dafs absoluter Alkohol und Aether auf die Verbindungen von Farbstoffen mit Kali zersetzend einwirken.

Kohlensaure Magnesia wird durch Sieden mit der alkoholischen und ätherischen Lösung leicht zersetzt, indem die Kohlensäure entweicht und eine violette Verbindung von Harz und Magnesia pulverförmig zurückbleibt, die nicht durch Alkohol, Aether und Kalilauge angegriffen wird. In Alkohol gelöste essigsaure Magnesia wird durch die alkoholische Harzlösung in rubinrothen, ölartigen Tropfen gefällt, die durch ganz schwachen 20gradigen Alkohol in ein sich lösendes gelbes Harz und in unlösliche Harzmagnesia zersetzt werden. Die rothen, ölartigen Tropfen sind also als eine concentrirte Auflösung der Harzmagnesia in dem Alkoholate des Harzes *F* anzusehen.

Mit Bleioxyd, Zinkoxyd und Manganoxydul giebt das Harz violette, mit Eisen-, Kupfer- und Quecksilberoxyd dagegen mehr rothbraune Pulver, die in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich sind, und durch Kalilauge, unter Bildung von Harzkali, zersetzt werden.

Aus alkoholischem essigsaurem Kupferoxyd wird, durch die alkoholische Harzlösung, Harzkupferoxyd gefällt. Das in Aether gelöste pininsaure Kupferoxyd wird durch die ätherische Lösung des Harzes *F* vollständig zersetzt, indem das Harzkupferoxyd von *F* unlöslich niederfällt.

Vitriolöl löst das Harz *F* ohne Zersetzung mit schön rother Farbe, und diese Lösung kann bis nahe an den Siedepunkt erhitzt werden, ohne dafs ihre Farbe sich verändert. Beim Kochen wird die Lösung aber schwarz. Concentrirte Salzsäure löst mit gelber Farbe eine geringe Menge des Harzes *F*, und Wasser fällt es aus dersel-

Digitized by Google

ben. Eben so verhält sich Salpetersäure, die es beim Sieden zersetzt.

Wird das Harz *F* für sich in einer Retorte destillirt, so geht, unter Schmelzen und Verkohlen desselben, ein gelbes Oel über; dieſs riecht erhitztem Schellack nicht ähnlich, und beim Erkalten setzt sich aus ihm ein nicht geringer Theil des ursprünglich angewandten Harzes *F* ab, wodurch es zu einem dünnen Talg gesteht. Dieser Talg wird nun durch Destilliren mit wäſsrigem Kali leicht von dem ätherischen Oele befreit, und das Harzkali des Harzes *F* bleibt, vom Wasser gelöst, zurück.

Die oben mit kohlensaurer Magnesia gekochte und filtrirte Flüssigkeit wurde mit etwas Salzsäure versetzt, und unter Zusatz von Wasser so lange gekocht, bis alles Harz unter Aufhellung der Flüssigkeit sich abgeschieden hatte.

Dieses Harz (*G*) ist im Aether und Alkohol leicht löslich, schmilzt beim Siedepunkt des Wassers, und flieſst beim Schmelzen ruhig wie Wasser, ohne sich aufzublähen. Auf eben genannte Art dargestellt, enthält es noch etwas vom Harz *F*. Von diesem wird es getrennt, wenn man es in Kali löst, durch schwefelsaure Magnesia in Harzmagnesia verwandelt, und letztere mit einem Ueberschuſs von Kalilauge kocht. Hiebei löst sich das Harz *G*, und die Harzmagnesia von *F* bleibt zurück.

Das so dargestellte Harz *G* war nicht völlig hart, sondern biegsam, von einer geringen Menge Oleinsäure, auf deren Daseyn ich nur durch den Geruch des bis zum Sieden erhitzten Harzes schlieſsen konnte.

Das Harz *G* löst sich leicht und mit brauner Farbe in Kali und Ammoniak. Die letztere Lösung setzt, beim Einkochen bis zur Trockne, nach und nach alles Harz unverändert und nur mit einer Spur von Ammoniak verbunden ab. Dieſs Harz steht also der Gattung *α* nahe.

Die kalische Lösung dieses Harzes wird nur concentrirt durch concentrirte Kalilauge als Harzkalihydrat ge-

Digitized

fällt, und zwar braun und theerartig. Wird die wäfsrige Harzkalilösung durch salpetersaures Kupferoxyd gefällt, so erhält man eine grüne, pulverige Verbindung des Harzes mit Kupferoxyd, die im Aether nicht löslich ist.

Um übrigens das Harz *F* darzustellen, kann man auch noch andere Methoden befolgen.

Eine derselben ist nachstehende. Man zieht den Schellack, Körner- oder Stocklack mit kaltem 65gradigen Alkohol aus, kocht die erhaltene Lösung mit einem Ueberschufs von kohlensaurer Magnesia, sondert durch Filtration die roth gewordene Magnesia von der alkoholischen Lösung ab, digerirt die abgeschiedene Magnesia mit Salzsäure, und löst das von der Salzsäure zurückgelassene Harz in kalter Kalilauge. Dann reinigt man es auf die schon angegebene Art durch Fällung der kalischen Lösung mit schwefelsaurer Magnesia, und Digestion der Magnesiaverbindung mit Kali.

Eine zweite Methode ist folgende. Man löst die Lacke in kalter verdünnter Kalilauge, fällt die Lösung durch schwefelsaure Magnesia, löst durch einen Ueberschufs vom kaustischen Kali die Magnesiaverbindungen, welche die Harzmagnesia des Harzes *F* verunreinigten, und bringt die letztere auf ein Filtrum. Man zieht nun die Magnesia durch Salzsäure aus, und löst das abgeschiedene Harz in etwas mit Salzsäure versetzten Aether, wobei eine geringe Menge eines schwarzen harzigen Theers, welcher durch Einwirkung des Kali's auf den Stoff γ gebildet wurde, zurückbleibt. Durch gelindes Verdunsten der ätherischen Lösung scheidet sich dann das Harz *F* in krystallinischen, flockigen Massen ab, die man dann durch Auspressen von der Mutterlauge, welche noch eine geringe Menge von den übrigen Harzen enthält, befreien mufs.

Vom gallertartigen Stoff γ.

Im getrockneten Zustande war dieser Stoff hart, porös, ziemlich harzartig und braun, liefs sich im siedenden

Digitized by Google

den Wasser zusammenkneten, schmolz jedoch erst in hoher Temperatur, unter Zersetzung, zu einem braunen Harze. Vom Aether wird er eben so wenig wie von ätherischen Oelen gelöst; nur siedender Alkohol löst ihn, und setzt ihn beim Erkalten in Gestalt einer Gallerte beinahe vollständig ab.

Obgleich diese Eigenschaften den Stoff γ nicht als Harz elektrisiren, so glaube ich doch, dafs er den Harzen sehr nahe steht, da er sich leicht in Harze verwandelt, und sich auch in schmelzenden Schellackharzen unzersetzt auflöst.

Kali löst ihn unter angehender Zersetzung, die beim Sieden vollständig wird, braun auf. Säuren schlagen nämlich aus der gekochten Lösung einen braunen Theer nieder, der in Aether nur zum Theil löslich ist. Aus der durch Einkochung concentrirten ätherischen Lösung fällt Steinöl ein theeriges braunes Harz, und das Steinöl behält Olein- und Stearinsäure gelöst, die sich beim Sieden des Stoffes γ mit Kalilauge gebildet haben.

Die alkoholische Lösung des Harzes γ fällt alkoholisches essigsaures Kupfer braungrün und pulverig, und diese Kupferoxydverbindung ist auch in Aether unlöslich.

In Ammoniak, vorzüglich bei Erwärmung und Zusatz einer geringen Menge Alkohols, löst es sich auf, aber schon zum Theil zersetzt.

Ich glaube nicht, dafs sich diese Harze des Gummilacks, das Harz *F* ausgenommen, auf dem beschriebenen Wege vollständig von einander trennen lassen. Vorzüglich bei concentrirten Auflösungen derselben sieht man deutlich, wie das eine in einer Flüssigkeit unlösliche, das andere auflösliche zurückhält, und so umgekehrt. Auch findet man in einigen Fällen, wenn man das eine Harz von dem andern durch Alkohol abgeschieden zu haben glaubt, doch oft auf andern Wegen, z. B. durch Verbindung

Digitized by Google

mit Basen, leicht noch eine geringe Menge des letztern. Selbst die Eigenschaft der Harze, sich nicht gänzlich zerkleinern zu lassen, beim Pulvern fast immer zusammenzubacken, und mit Lösungsmitteln oft theerartige Verbindungen zu geben, setzt ihrer Trennung mechanische Hindernisse in den Weg. Bei den Verbindungen der Harze mit Basen kommen aufserdem noch andere Schwierigkeiten in Betracht. Erstlich werden mehrere Herze, wenn sie sich mit Kali oder Ammoniak verbinden, in andere Harze umgewandelt. Zweitens bildet sich, beim Fällen eines Harzkali's mit Metalloxydsalzen, oft eine grofse Menge eines basischen Oxydsalzes, und zugleich freies Harz oder eine saure Verbindung von überschüssigem Harz mit einem Theile des Oxyds. Dieser Fall ereignet sich besonders bei den schwefelsauren und essigsauren Salzen.

Ungeachtet aller dieser Unvollkommenheiten der Analyse glaube ich doch durch meine Untersuchung folgende Bestandtheile des Schellacks nachgewiesen zu haben: 1) Wachs. 2) Olein- und Stearinsäure in geringer Menge. 3) Ein in Alkohol und Aether lösliches Harz. 4) Ein in Alkohol, aber nicht in Aether lösliches Harz, in grofser Menge. 5) Ein in kaltem Alkohol sehr wenig löslicher, sich den Harzen anreihender Körper (γ). 6) Ein krystallinisches Harz (F). 7) Ein brauner Extractivstoff, in sehr geringer Menge. Körner- und Stocklack enthalten aufserdem John's Lackstoff und einen extractiven Farbestoff.

Digitized by Google

XIII. *Ein vorläufiges Wort über Contactbildungen; von M. Keilhau, Lehrer der Bergwissenschaften in Christiania* *).

Die Huttonianer haben schon lange die Modificationen wahrgenommen, welche in verschiedenen geschichteten Gebirgsarten an ihren Berührungsflächen mit Trappgesteinen stattfinden. Das so häufig wiederholte Vorkommen von Erzansammlungen und gewissen krystallinischen Mineralien an den Gränzen des Granits, Syenits und Basalts, ist ebenfalls von einigen Geognosten bemerkt worden. Die ganze Classe der hieher gehörigen Erscheinungen dürfte aber immer noch als sehr wenig untersucht zu betrachten seyn.

In den Aufsätzen über die Umgegend von Christiania, die in den fünften Band dieser Annalen aufgenommen sind, habe ich nachzuweisen gesucht, wie sich auf den Gränzen der granitischen Districte, und auf den des Kalksteins und Thonschiefers regelmäfsig ein grobkörniger und krystallinischer Marmor, Massen von Granat und Eisensteinen, Kupferkies u. s. w. vorfinden; auch habe ich daselbst mehrere besondere Combinationen und Verhältnisse der verschiedenen Gesteine angegeben, die ebenfalls für die genannten Gränzen eigenthümlich zu seyn scheinen. Der Mineralreichthum des Temeswarer Bannats kommt auf ganz ähnliche Weise, wie jene Erzniederla-

*) Ich hoffe das vorliegende Thema in Zukunft ausführlicher, wie hier, behandeln zu können, und werde dann nicht ermangeln, die nöthigen Citate beizubringen. Bei meinem gegenwärtigen zufälligen Aufenthalte in Berlin habe ich die gesammelten Materialien nicht bei der Hand, und doch wünsche ich eben hier die Ansicht zu äufsern, um noch vor meiner Rückreise nach dem entlegenen Norden vielleicht die Meinung der Häupter der Wissenschaft zu hören.

Digitized by Google

gen im Gebiete von Christiania, vor; eben so ein grofser Theil der reichen Minen von Cornwall. Im Kleinen sind die Beispiele eines solchen Vorkommens der Erze sehr häufig, und diefs Verhalten verdient nicht weniger die Aufmerksamkeit des practischen Bergmannes *), als die des Geologen.

Es scheint — was man im gegenwärtigen Augenblick anzunehmen wahrscheinlich nicht sehr geneigt seyn wird — so allgemein zu seyn, dafs es kaum ausschliefslich dem Contacte der geschichteten Gebirgsarten mit ungeschichteten angehört, sondern im Gegentheil wohl auch, unter gewissen Umständen, von den erstgenannten Gebirgsarten allein hervorgerufen wird. Bei den Schriftstellern finden sich einige Beispiele von Metallablagerungen zwischen Kalkstein und Sandstein und zwischen Kalkstein und Thonschiefer, wo sich diese Gesteine in einer Fläche begegnen, welche die respectiven Schichtungsflächen schneidet.

Die Frage ist nun, welche Vorstellung man sich von der Entstehung dieser Bildungen machen soll. Es ist klar, dafs wenn die Allgemeinheit des Phänomens sich bis zu solchen Fällen erstreckt, wo, die Ausschliefsung vulcanischer Wirkungen vollkommen erwiesen, und wenn die Ursache überall nur eine und dieselbe ist, kein weiterer Beweis nöthig ist gegen die Meinung, welche von der in diesem Augenblick vorherrschenden Theorie gefordert wird.

Was die Vorstellung betrifft, wozu die Neptunisten geneigt seyn möchten, so sey es mir erlaubt, hier nur auf eine solche Combination aufmerksam zu machen, wie in diesen Annalen, Bd. 5. S. 264., beschrieben ist, nämlich auf die eines salinischen Marmors mit Kieselschiefer-Gebilden in einer *netzartigen Gang-* und *Schichtenform*

*) Die Schürfer, die in der Umgegend von Christiania nur die Granitgränzen an den Kalk- und Thonschiefer-Gebieten aufsuchen, sollen in der That niemals Erze vergeblich aufsuchen. Leider sind aber diese Niederlagen selten bauwürdig.

Digitized by Google

bei einer Granitgränze. Es scheint eben so unmöglich diese — man möchte versucht seyn zu sagen — gleichsam nach organischem Typus geformte, Verknüpfung der verschiedenartigen Massen, nach der gewöhnlichen Theorie der Niederschläge, als nach der der vulcanischen zu erklären. Es ist die Absicht dieser Zeilen, zur Lösung dieser und vielleicht mehrerer geologischen Phänomene eine andere Ansicht aufzustellen, die um so mehr Berücksichtigung finden dürfte, als sie die Authorität der Chemie für sich hat.

Das Hindernifs, welches sich heut zu Tage, bei geologischen Phänomenen, der Nachsuchung von solchen Ursachen entgegenstellt, die nicht vom Neptunismus und Vulcanismus zugelassen werden, ist kein anderes als der alte chemische Grundsatz: *corpora non agunt nisi soluta* *). Wirklich ist man schon lange im Besitze einiger Thatsachen gewesen, welche die Möglichkeit von bedeutenden Veränderungen in festen Körpern darthun, ohne dafs die Theile dieser Körper sich in einem derjenigen Auflösungszustände befinden, die mit jenem alten Satze gemeint sind. Aber diese Thatsachen sind ohne weiteren Einflufs auf den Gang der Forschungen und auf die Theorien geblieben.

In der neuesten Zeit ist eine Menge hieher gehöriger Erscheinungen bekannt geworden, und berühmte Chemiker haben sich ausdrücklich für die Möglichkeit einer Bewegung im Innern der starr genannten Massen erklärt. Die Veränderungen, die J. Davy an einigen alten Kupferlegirungen beobachtet hat, schreibt derselbe einer innern Bewegung in der festen Metallmasse zu, hervorgerufen durch die vereinigte Wirkung der chemischen Verwandtschaft, der elektrochemischen Attractionen und

*) Wenn man bei Gelegenheit der Structurveränderung der Kalksteine in der Nähe von Basalt sich wirklich dieses Satzes überhob, so geschah es ja nur, um eine der ausschliefslichen Fluiditätstheorien zu unterstützen.

Digitized by Google

der Adhäsionskräfte. Die Wichtigkeit der Erscheinung für Geologie und Mineralogie ist dem Chemiker nicht entgangen *).

Mitscherlich ist durch Versuche zu dem Schlusse geführt, dafs in den Theilchen eines festen Körpers eine Bewegung hervorgebracht werden kann, durch welche sie sich zur Bildung einer neuen Species anordnen.

Haidinger hat in einem trefflichen Aufsatze »einige der merkwürdigsten und gemeinsten Fälle von Umwandlungen, die im Innern eines starren Krystalles vor sich gehen« zusammengestellt. Kurz, es kann als bewiesen angenommen werden, *dafs nicht nothwendigerweise eine von den, wenigstens bis jetzt bekannten, Aggregationsformen, worin sich die Körper im flüssigen Zustande befinden, einer jeden Bildung oder Umbildung der festen Körper vorangehen müsse, sondern, dafs im Gegentheil die starre Form die Bewegungen der Stoffe nicht ausschliefse.*

Es ist also die Möglichkeit da, dafs in dem festgewordenen Theile des Erdkörpers ganz wesentliche Veränderungen, in Folge der Bewegbarkeit der Theilchen in starren Massen, haben vorgehen können und immer noch vorgehen. Und sollte man nicht in diesem Falle von der Möglichkeit auf die Wirklichkeit schliefsen dürfen? Es fehlt gewifs nicht an Zeugen kräftiger Actionen im Innern der Erde. Die Kraft der trocknen galvanischen Säule, die Thermo-Elektricität, der Thermo-Magnetismus bleiben uns immer, wenn wir uns von dem Erdkörper auch alle Flüssigkeiten wegdenken, welche die Thätigkeit der starren Masse noch anfachen. *Es kann und mufs die Voraussetzung weggeräumt werden, dafs die*

*) Aufser den ähnlichen, von Haidinger in dem sogleich zu erwähnenden Aufsatze angeführten Fällen, kannte man schon längst, ich glaube durch Nöggerath, noch ein Beispiel einer ganz gleichen Erscheinung an einigen in der Rheingegend gefundenen römischen Alterthümern.

Digitized by Google

Theile der Gebirgsmassen, hinsichtlich ihrer specifischen Beschaffenheit und dem Orte, den sie jetzt einnehmen, überall noch immer dieselben sind, wie im Augenblick, wo sie oder ihr Material einst aus gasförmigem oder feurigflüssigem Zustande, oder aus einer Auflösung in irgend einem neptunischen Fluidum hervorgingen. Ueber die Entstehungsweise so vieler sonderbaren Anordnungen der Gebirgsgebilden, die bei der Annahme eines absolut todten Zustandes der festen Erdmasse durchaus nicht zu begreifen sind, wird sich dann vielleicht etwas Licht verbreiten. Und eine Menge von Mineralerzeugnissen, die man sonst, oft auf eine sehr gezwungene Art, Infiltrationen oder Sublimationen zugeschrieben hat, werden sich als Producte eines langsamen Processes im starren Gestein ergeben. Die Phänomene, die ich von diesem Processe abzuleiten geneigt bin, gehören besonders dem Contacte verschiedener Gebirgsmassen an. Und hat man nicht eben hier, den chemischen Kenntnissen gemäfs, die gröfste Thätigkeit zu erwarten?

So viele Entdeckungen der letzten Zeit im Gebiete der Elektricität und des Magnetismus scheinen die Frage zu veranlassen, ob es nicht möglich sey, diese Thätigkeit in den Berührungsregionen der Gebirgsarten *durch Versuche* nachweisen zu können. Ein aufserordentlicher Fall bei einigen Beobachtungen über den Erdmagnetismus darf vielleicht bei dieser Gelegenheit erwähnt werden. Im Jahre 1826 besuchte ich Tyrol, in Gesellschaft eines Freundes, der als Botaniker reiste. Profess. Hansteen hatte uns veranlafst, Versuche über den Erdmagnetismus anzustellen. In der für den Geologen so merkwürdigen Gegend von *Predazzo* blieb mir keine Zeit übrig, an den magnetischen Beobachtungen Theil zu nehmen, und mit dem Resultate desselben wurde ich erst später bekannt, als wir das Fassathal verlassen hatten. Es zeigte sich, dafs die localen Unregelmäfsigkeiten in den Schwingungszeiten des horizontalen Cylinders 4 bis

Digitized by Google

5 Mal gröfser gewesen waren, als sonst irgendwo in der übrigen langen Beobachtungsreihe. Mein Freund, der bei seinen Beobachtungen keine Veranlassung fand, die geognostischen Gränzen (an denen ausgezeichnete Contactbildungen nicht fehlen) zu berücksichtigen, hatte indefs nicht ermangelt, die Beobachtungen an vielen Orten zu wiederholen, und die respectiven Stationen auf einer kleinen Skizze der Gegend zu bemerken. Die Beschränktheit der Zeit hatte ihm nicht erlaubt, an allen Orten die weitläuftigen Inclinations-Beobachtungen anzustellen, und deshalb konnte die absolute Intensität nicht für jede Station berechnet werden; soviel war indefs schon aus den Schwingungszeiten des horizontalen Cylinders klar, dafs hier ein ganz aufserordentliches magnetisches Verhältnifs stattfinden mufste.

Wo sich, auf die magnetischen Apparate bestimmt einwirkende, Niederlagen nicht zeigten oder in der Nähe vermuthen liefsen *), waren wir gewohnt, die localen Unregelmäfsigkeiten in dem Intensitäts-Systeme hauptsächlich als Wirkungen der verschiedenen Configurationen der Gegenden anzusehen, oder solcher in der Tiefe verborgenen Ursachen, die in den äufsern geognostischen Verhältnissen vergeblich nachzuspüren waren. Hier aber scheint nicht geringe Veranlassung zu seyn, diese Meinung zu ändern.

Bei der Uebersicht einiger Beobachtungen, die vom Dr. Naumann (gegenwärtig Professor in Freiberg) mit einem magnetischen Intensitäts-Apparate in Norwegen angestellt sind, finde ich, dafs die Abweichungen von dem

*) Solche Niederlagen haben, nach meiner Erfahrung, immer nur eine sehr beschränkte Störungssphäre, und hinsichtlich der von ihnen herrührenden Abweichungen wird man sich, wie ich glaube, nicht leicht irren, sobald man mit den in Frage stehenden Beobachtungen ein wenig vertraut ist; diefs dürfte von Wichtigkeit seyn, da magnetische Eisensteine eben zu den gewöhnlichsten Contactbildungen gehören.

Digitized by Google

allgemeinen Systeme besonders auf Dovre bedeutend gewesen sind, eben da, wo eine ganz eigene Combination der Gebirgsmassen stattfindet. Hoffentlich werde ich einst diese Versuche an dem letztgenannten Orte und an mehreren anderen in Norwegen weiter verfolgen können. Die beste Gelegenheit aber, zur Erlangung eines Resultats, ist mir vielleicht bei Predazzo entgangen.

XIV. *Ueber das Psychrometer; von Dr. E. F. August, Professor und Director des Cöln. Real-Gymnasiums zu Berlin.*

(Zur Ergänzung der Abhandlung, welche vor der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Berlin am 23. September 1828 gelesen worden.)

Seitdem ich den in diesen Annalen, Bd. 89. S. 125., mitgetheilten Formelausdruck für das Verhältnifs des Expansionsmaximums der Wasserdünste zu der Temperatur, bei welcher sie entstehen, gefunden, und mich von der grofsen Uebereinstimmung derselben mit meinen eigenen und anderen genauen Versuchen über diesen Gegenstand überzeugt hatte, trug ich auch kein Bedenken, dieselbe bei der Berechnung meiner psychrometrischen Untersuchungen zu Grunde zu legen. Ich fand, dafs alle meine früher angestellten Vergleichungen des Psychrometers mit dem Daniell'schen Instrument besser durch die Anwendung dieser Formel stimmten, als es bei dem Gebrauch anderer Expansionszahlen, z. B. der Dalton'schen, der Ure'schen, der Kaemtzischen (die mich indefs sehr befriedigt hatten), der Fall war. Ich glaube daher diesen Theil der Hygrometrie in Beziehung auf das Psy-

chrometer abgeschlossen, und nicht nur festgestellt zu haben, dafs dasselbe ein sehr zweckmäfsiges und zu meteorologischen Instrumenten das zweckmäfsigste Instrument sey, in welchem Urtheile auch andere sehr geachtete Physiker, Baumgärtner und Bohnenberger *), mit mir übereinstimmen; sondern durch meine Formeln, die aus allgemeinen Principien entwickelt sind, zugleich auch die sicherste Methode aufgefunden zu haben, durch welche die Berechnung des Thaupunktes aus der Verdunstungskälte und der Luftwärme, die durch das Psychrometer angegeben werden, geführt werden kann. Ist nämlich die durch das Psychrometer angegebene Verdunstungskälte t' bekannt, so findet man für achtzigtheilige Grade in Pariser Linien das zu dieser Temperatur gehörige Expansionsmaximum e' nach der Formel, die ich a. a. O. entwickelt habe:

$$A \ldots\ log.e' = 0{,}3506511 + \frac{7{,}9817243\,t'}{213{,}4878 + t'}$$

Nun habe ich in meiner, vor drei Jahren mitgetheilten ersten Abhandlung über das Psychrometer **), schon den Zusammenhang zwischen der Expansion des in der Atmosphäre vorhandenen Dunstes mit dem zur Verdunstungskälte gehörigen Expansionsmaximum entwickelt. Die dort gegebenen allgemeinen Ausdrücke führen bei Pariser Maafs und 80 theiligen Graden auf die Formel:

$$B \ldots\ e'' = \frac{e' - 0{,}0009729\,(b - e')(t - t')}{1 + 0{,}001925\,(t - t')}$$

in welcher e' und t' die Bedeutung wie vorhin haben; b aber den auf 0° Quecksilbertemperatur reducirten Barometerstand in Pariser Linien, und t die Luftwärme in 80 theiligen Graden, also die Angabe des trocknen Thermometers am Psychrometer, anzeigt. Hat man auf diese Weise den Werth e'', d. h. die Expansion des atmosphärischen Dunstes, gefunden; so ergiebt sich daraus durch

*) Zeitschr. für Physik und Mathematik. Wien 1828. S. 74. — Naturwissenschaftl. Abhandl. Tübingen 1828. II. S. 179.

**) Bd. 81. S. 69. dieser Annalen.

Digitized by Google

eine Umkehrung der Formel *A* die Temperatur, bei welcher dieser atmosphärische Dunst condensiren würde, d. h. der Thaupunkt t'' auf folgende Weise:

$$C \ldots\ldots t'' = 213{,}4878 \frac{log.e'' - 0{,}3506511}{8{,}3323754 - log.e''}$$

Für 100theilige Grade und metrisches Maafs sind die drei Formeln:

$$A \ldots\ldots log.e' = \frac{23{,}945371\,t'}{800 + 3t'} - 2{,}2960383$$

$$B \ldots\ldots e'' = \frac{e' - 0{,}00077832(b - e')(t - t')}{1 + 0{,}0015400(t - t')}$$

$$C \ldots\ldots t'' = \frac{800}{3} \cdot \frac{2{,}2960383 + log.e''}{5{,}6857520 - log.e''}$$

Ich habe in einer besondern Schrift, die in Nauck's Buchhandlung erscheint (Ueber die Anwendung des Psychrometers zur Hygrometrie), Tabellen zur Erleichterung der Rechnung und mehrere andere hieher gehörige Notizen, namentlich auch die Ergebnisse aus den Beobachtungen Erman's, v. Bürg's und Bohnenberger's, mitgetheilt, aus welcher hier nur die Resultate meiner vergleichenden Versuche auf dem Brocken, eine Stelle finden mögen. Für die Beobachtungen im Winter, wo die Kugel des feuchten Thermometers am Psychrometer mit Eis umgeben ist, bemerke ich hier nur, dafs man sich, ohne bedeutend zu fehlen, derselben Formeln bedienen kann. Sehr viele Versuche, deren Resultate ich zum Theil in der angeführten Schrift habe abdrucken lassen, sprechen für die Brauchbarkeit des Psychrometers auch in diesen niedrigeren Temperaturen.

Die Angaben des Daniell'schen Instrumentes auf der folgenden Tafel sind das jedesmalige Mittel aus der Beobachtung zweier correspondirender Instrumente, von denen das eine *über*, das andere *unter* dem Psychrometer im Fensterrahmen des Brockenhauses befestiget war. Alle Flügel des Fensters waren ausgehoben.

Digitized by Google

Beobachtungen auf dem Brocken am 31. Juli 1827.

Zeit.	Barometer.	Psychrometer. Luftwärme	Psychrometer. Naſskälte.	Berechnete Expansion.	Zugehörig. Thaupunkt	Daniell. Hygrom.	Wind.	Wetter.
6 Uhr	296,73	9,4	8,8	4,46	8,3	8,9	N.	nebelig
6½ -	296,74	9,4	8,8	4,46	8,3	8,2	N. W.	—
7 -	296,91	9,8	8,8	4,35	8,0	8,0	—	—
7½ -	296,93	10,6	9,3	4,45	8,3	8,0	—	—
8 -	297,00	10,7	9,4	4,50	8,4	8,2	—	etwas hell
8½ -	297,16	11,4	9,4	4,29	7,8	8,4	—	kleine Sonnenblicke
9 -	297,36	11,2	9,4	4,34	8,0	8,4	—	immer heller
9½ -	297,51	10,9	9,3	4,36	8,0	7,6	—	trüber
10 -	297,53	10,2	8,7	4,16	7,5	7,6	—	anhaltender Sonnenschein
10½ -	297,65	11,0	9,4	4,40	8,1	7,8	—	windstill, heiter
11 -	297,79	11,4	9,6	4,42	8,2	7,9	—	— —
11½ -	297,87	11,3	9,4	4,36	8,0	7,7	—	— —
12 -	297,96	10,9	9,2	4,28	7,8	7,6	—	— sonnig
12½ -	297,98	11,4	9,3	4,22	7,6	7,4	—	trüber
1 -	298,03	11,4	9,3	4,22	7,6	7,6	—	—
1½ -	298,06	11,2	8,9	4,00	7,0	7,0	—	heiterer
2 -	298,05	11,7	9,4	4,20	7,6	7,6	—	schön
2½ -	298,08	11,9	9,5	4,20	7,6	8,0	—	—
3 -	298,11	11,6	9,1	4,02	7,0	7,4	—	—
3½ -	298,12	11,6	9,0	3,96	6,8	6,9	—	—
4½ -	298,20	11,4	9,0	4,02	7,0	7,0	—	windig
5 -	298,16	10,9	8,5	3,83	6,5	6,5	—	—
6 -	298,27	10,6	8,5	3,92	6,7	7,1	—	—

Abweichung achtmal +, zehnmal —, fünfmal 0. Mittlere Abweichung —0,0013.

Digitized by Google

XV. *Analyse des Brochantits; von G. Magnus.*

Das Fossil, dessen Analyse ich hier mittheilen will, ist von Hrn. Tamnau, in Berlin, aus Siebenbürgen mitgebracht, und mir von demselben zur Analyse mitgetheilt worden. Es kommt mit Malachit und Kupferlasur auf einem Bleiglanz vor, der ganz mit Rothkupfererz gemengt und sehr selenhaltig ist. Dasselbe gleicht im Aeufsern dem Malachite sehr, und unterscheidet sich von diesem nur durch seine Krystallform, seinen etwas gröfseren Glanz und eine etwas dunklere Farbe. Daher ist es beim Aussuchen des Fossils zur Analyse fast unvermeidlich, dasselbe frei vom Malachit, so wie vom Bleiglanz und Rothkupfererz, zu erhalten, auf dem es in einer ganz dünnen Schicht aufgewachsen ist, besonders da man, wegen der Seltenheit desselben, keine recht gut krystallisirte Stücke haben kann.

Das specifische Gewicht des Fossils ist nach zwei Versuchen, bei 19° C., 3,87 und 3,78.

Vor dem Löthrohre, für sich auf der Kohle erhitzt, schmilzt es zu einem Kupferkorn, das sich ausschmieden läfst. In einer offnen Glasröhre erhitzt, giebt es Wasser und den Geruch der schweflichten Säure. Mit Soda auf der Kohle, schmilzt es zu einer Metallkugel. Mit Ueberschufs an Soda auf einem Silberblech zusammengeschmolzen, hinterläfst es, mit verdünnter Säure befeuchtet, einen braunen Fleck von Schwefelsilber. Im Uebrigen ist das Verhalten wie das des Kupferoxyds.

Hieraus sieht man, dafs die Bestandtheile dieses Minerals, Kupfer, Schwefelsäure und Wasser sind; es fand sich indefs im Verlauf der Analyse, dafs dasselbe auch Zinn enthält. Um nun zunächst den Wassergehalt zu untersuchen, wurden 1,960 Grm. desselben, in kleinen Stücken, in einer kleinen Glasretorte bis zum schwachen

Digitized by Google

Glühen erhitzt. Da diese Portion nicht ganz frei von Malachit war, so entwickelte sich beim Erhitzen zugleich mit dem Wasser etwas Kohlensäure. Es war daher nicht möglich aus dem bloſsen Gewichtsverlust das Wasser zu bestimmen, weshalb dasselbe in einer kleinen Röhre, die mit geglühtem Chlorcalcium gefüllt war, aufgefangen wurde. Es betrug 0,233 Grm. oder 11,887 Procent.

Von dem wasserfreien Fossile wurden 1,702 Grm. in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst; sie lieſsen einen geringen Rückstand von Zinnoxyd, das abfiltrirt wurde. Aus der Auflösung wurde die Schwefelsäure durch Chlorbaryum bestimmt; sie lieferte 0,965 Grm. schwefelsauren Baryt, welche 0,331 Grm. Schwefelsäure enthalten, und somit 17,132 Proc. des wasserhaltigen Fossils entsprechen.

Um das Zinnoxyd zu bestimmen, wurden 0,990 Grm. des Minerals in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und mit Hydrothionammoniak in Ueberschuſs digerirt. Die von den präcipirten Schwefelmetallen abfiltrirte Flüssigkeit, welche das Schwefelzinn aufgelöst enthielt, wurde mit Chlorwasserstoffsäure zersetzt, und der dadurch entstandene Niederschlag heftig im Porcellantiegel geglüht. Er lieferte 0,081 Grm. oder 8,181 Procent Zinnoxyd, das indeſs nicht ganz weiſs, sondern durch etwas Eisen gefärbt war. Die durch das Hydrothionammoniak gefällten Schwefelmetalle wurden durch rauchende Salpetersäure vollständig oxydirt, mit etwas Schwefelsäure versetzt und zur Trockne eingedampft, um die Salpetersäure zu entfernen. Darauf wurde das schwefelsaure Kupferoxyd in Wasser gelöst, und von dem zurückbleibenden schwefelsauren Bleioxyd abfiltrirt. Letzteres wog 0,041 Grm., und diese entsprachen 0,030 Grm. oder 0,030 Procent Bleioxyd. Aus der Auflösung des schwefelsauren Kupferoxyds wurde das Kupferoxyd durch Kochen mit kaustischem Kali ausgefällt; es wog 0,62 Grm., welche 62,626 Procent entsprechen.

Als ich später eine gröſsere Portion von diesem bis

Digitized by Google

jetzt sehr seltenen Fossile erhielt, stellte ich eine zweite Analyse in Stockholm an, wo ich durch die Güte des Hrn. Prof. v. Berzelius die Gelegenheit erhielt, einige Zeit in seinem Laboratorio und unter seiner Leitung zu arbeiten.

Das Wasser und die Schwefelsäure wurden jetzt von zwei verschiedenen Portionen auf dieselbe Art wie bei der früheren Analyse bestimmt; ich erhielt 17,426 Proc. Schwefelsäure und 11,917 Proc. Wasser.

Hierauf wurden 1,240 Grm. des Minerals in Essigsäure aufgelöst; es blieb dabei ein weifser Rückstand, der auf einem gewogenen Filtrum abfiltrirt wurde, und, nachdem er ausgewaschen war, noch feucht auf dem Filtrum mit Hydrothion-Ammoniak digerirt wurde *). Dieses löste einen Theil desselben auf und hinterliefs Schwefelblei, das getrocknet 0,014 Grm. wog, und somit 0,013 Grm. oder 1,048 Proc. Bleioxyd entsprach. Das ausgewaschene Hydrothion-Ammoniak wurde eingedampft und der Rückstand geglüht; er lieferte 0,033 Grm. Zinnoxyd. Die Auflösung in Essigsäure wurde durch Schwefelwasserstoffgas gefällt, die erhaltenen Schwefelmetalle, abfiltrirt, getrocknet und geröstet, wogen 0,866 Grm. Als diese in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst wurden, hinterliefsen sie einen Rückstand von 0,006 Grm. Zinnoxyd; doch war die durch die Röstung gebildete Schwefelsäure nicht vollständig ausgetrieben, denn Chlorbaryum brachte in der Auflösung einen Niederschlag hervor, der 0,090 Grm. wog, und folglich 0,030 Grm. Schwefelsäure enthielt. Zieht man diese und die 0,006 Grm. Zinnoxyd von der gerösteten Metallmasse,

*) Der Trichter, auf welchem diefs geschah, war oben abgeschliffen. Nachdem der Niederschlag ausgesüfst war, wurde der Trichter mit Hydrothion-Ammoniak gefüllt, und mit einer abgeschliffenen Glasplatte, die mit etwas Unschlitt bestrichen war, bedeckt. Hiedurch wird der Druck der atmosphärischen Luft abgehalten, und die Flüssigkeit fliefst nicht ab; man kann sie daher, so lange man will, mit dem Niederschlag in Berührung lassen.

Digitized by Google

d. i. von 0,866 Grm. ab, so bleiben 0,830 Grm. Kupferoxyd, welche 66,935 Proc. entsprechen. Addirt man nun die beiden erhaltenen Quantitäten von Zinnoxyd, so bekommt man 0,039 Grm. oder 3,145 Proc. Zinnoxyd.

Die Resultate der beiden Analysen sind demnach folgende:

		Sauerstoff.		Sauerstoff.
Kupferoxyd . .	62,626	12,631	66,935	13,500
Zinnoxyd . . .	8,181	1,745	3,145	0,670
Bleioxyd	0,030	0,002	1,048	0,075
Schwefelsäure	17,132	10,255	17,426	10,431
Wasser	11,887	10,569	11,917	10,596
	99,856		100,471	

Hieraus sieht man, dafs das Fossil ein basisch schwefelsaures Kupferoxyd ist, in welchem der Sauerstoff der Schwefelsäure, des Kupferoxyds und des Wassers einander gleich sind, dessen Formel also $\dot{Cu}^3\ddot{S}+3Aq$ ist. Da dasselbe aber mit vielem Rothkupfererz, etwas Kupfermalachit und Bleiglanz gemengt war, so fiel die Quantität des Kupferoxyds und des Wassers etwas zu hoch aus. Eben so sieht man, dafs das Zinnoxyd nur ein zufälliger Bestandtheil ist, da dessen Quantität in den beiden Analysen so sehr verschieden ausgefallen ist. Auffallend bleibt es, dafs das Zinn, welches wahrscheinlich als Oxyd in dem Fossile enthalten ist, sich in Chlorwasserstoffsäure auflöst.

Um zu erfahren, ob auch das Nebengestein Zinn enthalte, wurde ein Theil davon in Chlorwasserstoffsäure gelöst, dann mit Hydrothion-Ammoniak in Ueberschufs digerirt, die präcipitirten Schwefelmetalle abfiltrirt und die Flüssigkeit durch Chlorwasserstoffsäure zersetzt. Ich erhielt einen orangefarbenen Niederschlag der gröfstentheils aus Schwefelselen bestand, doch auch Schwefelzinn enthielt.

Levy hat in den *Annals of Philosophy*, f. 1824.

p.

Digitized by Google

T. 8. p. 241., die Krystallform eines grünen Fossils beschrieben, das bei Ekaterinenburg in Sibirien vorgekommen ist, und welchem er den Namen Brochantit gegeben hat. Children hat zu dieser Beschreibung einige Löthrohrversuche hinzugefügt, welche zeigen, dafs das Fossil Kupfer und Schwefelsäure als Hauptbestandtheil enthält. Das hier untersuchte Fossil, das zu *Retzbanya* in Siebenbürgen vorkommt, ist von Hrn. Haidinger für Brochantit erklärt, obgleich es in den Winkeln nicht ganz mit dem von Levy beschriebenen übereinstimmt.

XVI. *Ueber den Einfluſs der Kohlensäure auf die Zersetzung des Wassers durch Eisen.*

Vor mehreren Jahren hatte Hr. Dr. Marshall Hall in London *) fast gleichzeitig mit Hrn. Guibourt in Paris **) eine Reihe von Versuchen über die Frage unternommen, ob Wasser bei gewöhnlicher Temperatur durch Eisen zersetzt werde. Die Resultate dieser beiden Untersuchungen stimmten aber nicht überein. Herr Guibourt schlofs nämlich, dafs das Wasser zersetzt werde, zwar nicht von kleinen, wohl aber von verhältnifsmäfsig grofsen Mengen Eisen; während Hr. Hall zu zu dem Schlufs geführt wurde, dafs keine Zersetzung statt finde, sobald das Eisen und Wasser völlig rein seyen. Dieser Ansicht trat auch Hr. Thénard ***) bei, nachdem er sich von der Richtigkeit der Hall'schen Resultate überzeugt hatte; doch glaubte derselbe auch die Guibourt'schen Versuche durch die Annahme erklären zu können dafs bei ihnen eine galvanische Kette, gebildet aus

*) *Journ. of the Royal Instit. Vol. VII. p.* 55.

**) *Journ. de pharm. T. IV. p.* 241.

***) *Ann. de chim. et phys. T. XI. p.* 40. *Traité de chim. Sec. edit. T. II. p.* 19.

Digitized by

dem Eisen, einem Theil des Oxyds und dem Wasser, mitgewirkt hätte.

Hiedurch ist Hr. Hall, schon vor ein Paar Jahren, zu einer neuen Untersuchung bewogen worden, die er kürzlich im *Quarterly Journ. of Science, N. S. N.* 6. *p.* 262. bekannt gemacht hat. Die Hauptresultate derselben sind: 1) dafs, wenn Wasser durch Eisen in gewöhnlicher Temperatur zersetzt werden soll, Kohlensäure zugegen seyn mufs, die hier nach Art der verdünnten Schwefelsäure die Zersetzung vermittelt. 2) Dafs eine unter solchen Umständen eingetretene Wasserzersetzung augenblicklich unterbrochen wird, sobald man eine Substanz in die Flüssigkeit schüttet, welche die Kohlensäure absorbirt.

Die Art, wie Hr. H. experimentirte, war folgende. Er füllte eine Retorte mit kleinen Eisenstücken, gofs die Zwischenräume und den Hals der aufrechtgestellten Retorte mit frisch ausgekochtem destillirtem Wasser aus, und nun auf dieses, zur Abhaltung der atmosphärischen Luft, eine Schicht Oel. Erst nach sehr langer Zeit zeigten sich einige Gasblasen und ein Mattwerden des Eisens. Diese Erscheinungen traten bei weitem schneller ein, wenn man das Wasser nicht mit Oel übergossen hatte. Dafs sie in beiden Fällen von der Kohlensäure der Luft herrührten, sieht Hr. H. dadurch als erwiesen an, dafs sie sogleich aufhörten, als ein kleines Stückchen Kalk in das Wasser gebracht wurde. In reinem oder mit vier Theilen Wasser vermischtem Kalkwasser, so wie im Wasser, dem man etwas frisch geglühte Magnesia zugesetzt hatte, fand nach sehr langer Zeit keine Gasentwicklung oder Oxydation des Eisens statt.

Dagegen sticht ein Versuch sehr ab, wo Hr. H. das Eisen in ein mit Kohlensäure geschwängertes Wasser brachte. Es fand eine starke Entwicklung von einem Gase statt, welches sich bei näherer Untersuchung als Wasserstoffgas auswies. Sobald aber wieder Kalk hin-

Digitized by Google

eingeschüttet wurde, hörte die Wasserzersetzung augenblicklich auf.

Hr. H. beschliefst seinen Aufsatz mit Widerlegung der Annahme dafs Licht oder Galvanismus die Ursachen dieser Wasserzersetzung seyen, und macht dann noch die Bemerkung, dafs der Kalk wahrscheinlich mit Vortheil angewandt werden könne, um polirtes Eisen, welches Feuchtigkeiten ausgesetzt ist, gegen das Rosten zu schützen.

XVII. *Ueber die Gegenwart des Ammoniaks im natürlichen Eisenoxyde;*

von Hrn. A. Chevallier.

(*Journ. de chim. med. Ann. III. p.* 173. im Auszuge.)

Da nach der Angabe von Austin, im 78. Bande der *Philosoph. Transaction*, Ammoniak gebildet wird, wenn Eisen sich in Berührung mit Wasser und atmosphärischer Luft oxydirt, und neuerlich andere Chemiker gefunden haben, dafs Eisenoxyd (Rost), welches an bewohnten Orten von eisernen Geräthen abgenommen worden, Ammoniak enthält, welches nach deren Meinung von den in der Luft verbreiteten thierischen Ausdünstungen herrührt; so habe ich die folgenden Versuche unternommen, um mich von der Richtigkeit dieser Angaben zu überzeugen.

Ich nahm eine Flasche, die eine Pinte fafste, füllte sie mit destillirtem Wasser, gofs dieses wieder aus, und schüttelte nun die wieder eingedrungene atmosphärische Luft stark und anhaltend mit etwas destillirtem Wasser, um sie von allen etwa in ihr befindlichen alkalischen Stoffen zu befreien. Eben so verfuhr ich mit einer zweiten Flasche mit weiterem Halse. In diese steckte ich nun den Hals der ersten Flasche, und liefs das zum Waschen gebrauchte Wasser hineinlaufen, welches dabei

durch die gewaschene Luft der zweiten Flasche versetzt wurde. Nachdem dieſs geschehen war, verschloſs ich die erste Flasche durch einen Stöpsel, an dem, mittelst eines Silberdrahts, ein zuvor befeuchtetes und geröthetes Stück Lackmuspapier befestigt worden. Nach Verlauf von zwölf Stunden hatte die Farbe des Papiers sich nicht im mindesten verändert; es war also kein flüchtiges Alkali in der Luft.

Nun nahm ich 2 Unzen recht reine Eisen-Drehspähne, glühte sie in einem verschlossenen Tiegel, und schüttete sie, nach dem Erkalten, in die Flasche mit gewaschener Luft, ich goſs dann eine Unze destillirtes Wasser hinein, brachte das Lackmuspapier an seinen Ort, und kehrte die Flasche über Quecksilber um. Nun beobachtete ich das Papier. Nach Verlauf von einer Stunde hatte es schon an Intensität verloren, und nach zehn Stunden fand sich die Farbe, die ursprünglich roth gewesen war, gänzlich wieder in Blau verwandelt. Nach einigen Tagen hob ich die Flasche von dem Quecksilber ab, und filtrirte das Wasser; es war schwach alkalisch. Nachdem es mit Salzsäure gesättigt worden, gab es beim Eintrocknen eine merkliche, aber freilich nicht bestimmbare Menge von Salmiak.

Mehrere solcher Versuche gaben das nämliche Resultat. Es ist also bewiesen, daſs, wie Austin angegeben hat, *Ammoniak gebildet wird, wenn Eisen sich in Berührung mit Wasser und atmosphärischer Luft oxydirt* *).

Aus diesem Resultate glaubte ich schlieſsen zu dürfen, daſs auch bei der Bildung der natürlichen Eisenoxyde sich Ammoniak gebildet haben könnte, und daſs sich die

*) Es bliebe indeſs noch zu untersuchen, ob nicht auch hier die Kohlensäure der Luft die Wasserzersetzung und Ammoniakbildung vermittelte. Hr. Hall müſste dieſs wenigstens annehmen, wenn er nicht, wie in seinem früheren Aufsatze, das obige Factum von Ammoniakbildung, welches indeſs Berzelius bestätigt gefunden hat (Jahresb. 8. 112.), verwerfen will. *P.*

Digitized by Google

Gegenwart desselben in diesen Oxyden und den eisenhaltigen Mineralwässern werde nachweisen lassen. Ich prüfte daher folgende Eisenoxyde auf Ammoniak: *blättrigen Eisenglanz von Elba, dichten Eisenglanz von Fromont, rothen Hämatit aus Spanien, Magneteisenstein von Danemora, schiefriges Eisenoxyd aus Böhmen, Ilvait von Elba, sechs Proben eines erdigen Eisenoxyds,* das zur Fabrication von Ocker gebraucht wird, und ein, in den Trümmern einer Feuersbrunst gefundenes Eisenoxyd. Alle diese Oxyde gaben, bei Erhitzung in einem Glasröhrchen, Ammoniak. Auf die Bemerkung meines Collegen Lassaigne, dafs diefs Ammoniak von der Zerstörung einer in jenen Oxyden enthaltenen animalischen Substanz herstammen könne, behandelte ich sie nun successiv mit siedendem Wasser. Immer zeigten die Reagenzien Ammoniak in diesem Wasser an; allein ich habe die Menge desselben nicht bestimmt. Sie scheint indefs in einigen dieser Oxyde nicht unbeträchtlich zu seyn; denn aus 150 Grm. *rothen spanischen Hämatits* bekam ich, nach Sättigung des Wassers mit Salzsäure, 2 Grm. Salmiak.

Gleich wie in diesen Oxyden fand ich auch Ammoniak in dem Mineralwasser von Passy, sowohl in dem Bodensatz, den es freiwillig absetzt, als in dem Verdampfungs-Rückstande von 6 Litern dieses Wassers.

Uebrigens ist die Bildung des Ammoniaks bei der Oxydation des Eisens durch Wasser und Luft leicht zu erklären. Das Wasser wird zersetzt, der Sauerstoff desselben geht an's Eisen, und der Wasserstoff verbindet sich im Moment des Freiwerdens mit dem Stickstoff zu Ammoniak.

Endlich habe ich auch in einem natürlichen Kupferoxyde auf dem, bei dem Eisenoxyde befolgten Wege, Ammoniak gefunden.

Digitized by Google

XVIII. *Versuche mit glühendem Eisen in Bezug auf Magnetismus und Elektricität; von Hrn. William Ritchie.*

(*Quarterly Journ. of Science, N. S. No. 6. p. 288.*)

Bei Wiederholung einiger der interessanten Versuche des Professor Barlow*) über den Magnetismus des glühenden Eisens, bin ich auf einige sonderbare Resultate geführt worden, welche, meines Wissens, zuvor noch nicht beobachtet sind. Die angewandte Magnetnadel bestand aus einem Stücke Stahldraht, und hing, der gröfseren Empfindlichkeit wegen, an einem einfachen Seidenfaden. Ein Stück eines starken Eisendrahts bog ich in die Gestalt *ACB* (Fig. 5. Taf. I.); die Enden *A*, *B* waren einander vollkommen gleich, so dafs auf die Spitze der Nadel *S* gleiche Kräfte wirkten, so lange der Draht kalt war.

Versuch 1. Nachdem die Spitze *S* in die Mitte zwischen *AB* gebracht ist, erhitze man den Draht, 2 bis 3 Zoll von *B*, bis zur Weifsgluth; die Nadel wird dann von *A* angezogen. Wenn aber *B* bis zur Rothgluth erkaltet ist, wird dagegen die Nadel von *B* stärker angezogen, übereinstimmend mit dem Versuch des Professors Barlow.

Versuch 2. Man erhitze *B* bis zur Weifsgluth, und lege das Nordende eines ziemlich kräftigen Magnetstabes an *C*; dann wird die Nadel stark von *A* angezogen. Wenn dagegen *B* bis zur Rothgluth erkaltet ist, zieht es die Nadel stark an, und wird also ein stärkerer Nordpol als *A*.

*) Eine Berichtigung und Erweiterung dieser Versuche haben die Leser, im Bd. 86. S. 470. d. Ann., in der Abhandlung des Hrn. Dr. Seebeck, erhalten. *P.*

Digitized by Google

Versuch 3. Man erhitze, wie zuvor, *B* bis zur Weifsgluth, und lege das Südende des Magnetstabes an *C*; nun wird die Nadel vom Ende *A* stark abgestofsen. Erkaltet aber *B* bis zur Rothgluth, so stöfst es die Nadel ab, und wird also ein stärkerer Südpol als *A*.

Aus den beiden letzten Versuchen ist klar, dafs die Weifsglühhitze die Zerlegung des magnetischen Fluidums in dem Eisen von *C* bis zum Ende *B* des Drahts gröfstentheils verhindert, dafs aber, wenn die Hitze bis auf die Rothgluth herabgesunken ist, diese Zerlegung, von *C* nach *B*, rascher geschieht, als in gewöhnlicher Temperatur.

Ich wurde nun begierig zu untersuchen, ob Eisen, das in verschiedenen Graden erhitzt worden, ein ähnliches Verhalten in Bezug auf das elektrische Fluidum zeige. Um dieſs zu ermitteln, stellte ich die folgenden Versuche an.

Versuch 4. Ich erhitzte den Knopf einer Eisenstange bis zur Weifsgluth, und befestigte ihn auf dem ersten Conductor einer kräftigen Elektrisirmaschine. Ich fand, dafs ich mit einer glatten Messingkugel nicht einen einzigen Funken aus dem erhitzten Knopfe ziehen konnte. Als dieser anfing Rothglühhitze anzunehmen, ging rasch eine Reihe kleiner Funken zwischen den beiden Kugeln über; und als das Eisen weiter erkaltete, schlugen beträchtlichere Funken in gröfseren Intervallen über.

Ich war jetzt dem Schlusse nahe, dafs das, bis zur Weifsgluth erhitzte, Eisen ein sehr unvollkommner Leiter des magnetischen und elektrischen Fluidums sey; als ich durch den folgenden Versuch das Ungegründete desselben ersah.

Versuch 5. Ich brachte den Eisenstab in der Mitte zum Glühen und legte ihn auf den Conductor. Ich fand nun, dafs sich aus dem kalten Knopfe Funken ziehen liefsen, gerade eben so, als wenn das Ganze in der gewöhnlichen Temperatur der Luft geblieben wäre. Ich

Digitized by

war nun begierig zu sehen, was erfolgen würde, wenn ich den Knopf des Ausladers längs der ganzen Eisenstange hinführte. Die Funken waren am kalten Knopfe am stärksten, nahmen gegen die Mitte hin an Gröfse ab. verschwanden hier gänzlich, und nahmen jenseits nach dem Conductor wieder an Gröfse zu.

Vergebens bemühte ich mich die Ursache dieser Verschiedenheit zwischen heifsem und kaltem Eisen zu entdecken, bis ich einsah, dafs das elektrische Fluidum von der Kugel ruhig eingesogen wurde, gerade als wenn eine scharfe Spitze da wäre. Diefs ging aus den folgenden Versuchen deutlich hervor.

Versuch 6. Man halte eine polirte Messingkugel der zur Weifsgluth gebrachten Stelle des Eisenstabes gegenüber; dann kann nicht ein einziger Funken aus dem kalten Knopfe gezogen werden, obgleich das elektrische Fluidum nicht in Funken von der heifsen Stelle zur Messingkugel übergeht.

Versuch 7. Man bringe den Knopf des Eisenstabes zum Weifsglühen, und er wird aus dem ersten Conductor elektrisches Fluidum ruhig ausziehen, ohne Erscheinung eines einzigen Funken. So wie der Knopf erkaltet, beginnen Funken in schneller Folge überzuschlagen, wie zuvor. Dieselben Erscheinungen treten ein, wenn die Versuche mit dem negativen Conductor angestellt werden.

Versuch 8. Man lade eine Leidner Flasche, erhitze den Knopf des Eisenstabes bis zum Weifsglühen, und gebrauche ihn als Auslader; es wird ein starker Funke zwischen dem Knopf der Flasche und dem erhitzten Ende des Stabes überspringen, gerade so, als wenn dieser kalt wäre.

Nach diesem Versuche scheint es, dafs wenn die Tension des elektrischen Fluidums sehr grofs ist, die auffallenden Wirkungen der Hitze, welche sich bei den vorhergehenden Versuchen zeigten, gänzlich verschwinden.

Digitized by Google

Ich war jetzt bemüht, durch genauere Versuche auszumitteln, ob zwischen kaltem und weifsglühendem Eisen ein Unterschied in dem Leitungsvermögen stattfinde. Diefs gelang mir durch folgenden Versuch.

Versuch 9. Ich machte einen Conductor von starkem Eisendraht in Gestalt von *ABC* (Fig. 6. Taf. I.), welcher in *B* und *C* zwei Messingkugeln trug. Nun brachte ich ihn, zwischen *A* und *C*, auf die Länge von ein Paar Zoll zum Weifsglühen, befestigte ihn auf dem Conductor, und stellte einen kleinen Messingknopf zwischen *B* und *C*, bis dafs das Fluidum von *B* und von *C* gleichmäfsig auf ihn überschlug. Ich liefs nun den Draht erkalten, und drehte nun die Maschine; allein das Fluidum schlug auf beide, gerade wie zuvor, über. Ich bin dadurch nicht im Stande gewesen, den geringsten Unterschied zwischen dem Leitungsvermögen des kalten und des weifsglühenden Eisens zu entdecken; ein ganz anderes Resultat, als ich anfänglich erwartet hatte.

XIX. *Ueber die von Priestley beobachteten elektrischen Erscheinungen; von Hrn. Nobili in Reggio.*

(*Bibliothèque univers. T. XXXVII. p.* 31.)

Beim Studium der Wirkungen elektrischer Schläge hat Priestley bemerkt, dafs diese Schläge, wenn ihrer mehrere aus einer Spitze auf eine Metallscheibe übergehen, daselbst farbige Ringe erzeugen. Diese Thatsache könnte, auf den ersten Anblick, analog scheinen mit einigen der von mir mit der Volta'schen Säule erhaltenen Erscheinungen, und nicht ohne Grund wurden sie von den Herausgebern der *Annales de chimie et de physique*, bei Gelegenheit meiner ersten Arbeit über die

Digitized by Goo

elektro-chemischen Erscheinungen, wieder in Erinnerung gebracht *).

Dessen ungeachtet kann man sich durch eine Untersuchung der beiden Fälle leicht überzeugen, dafs die zwei Arten von Erscheinungen wesentlich von einander verschieden sind. Die von Priestley mit der gewöhnlichen Elektricität erhaltenen Erscheinungen sind gleich an der positiven und negativen Seite. Die, welche man mit der Säule erhält, sind dagegen verschieden. Die letzteren sind offenbar von zwei Ursachen hervorgebracht, d. h. von den elektro-positiven und elektro-negativen Elementen der zwischengebrachten Flüssigkeit, welche sich unter der Wirkung des Volta'schen Stromes trennen, und so getrennt in mehr oder weniger grofsen Kreisen die zu ihrer Aufnahme bestimmten Scheiben überziehen Bei den Priestley'schen Erscheinungen dagegen, giebt es keine Flüssigkeit zwischen der Spitze und der Scheibe, und die Färbung der letztern hängt von einem Umstande ab, welcher auf der positiven und der negativen Seiten der Entladung gleichmäfsig wirkt. Ungeachtet dieser wesentlichen Verschiedenheit zwischen den beiden Gattungen von Erscheinungen, war es meine Pflicht den Versuch des englischen Physikers zu wiederholen, und von neuem zu studiren, schon deshalb, um die Natur der Erscheinung aufzuhellen. Ich wiederholte ihn also möglichst bald mit vier Arten von Platten, mit Platten von Kupfer, Stahl, Silber und Platin. Jede Platte wurde der Wirkung von dreifsig Schlägen ausgesetzt; der Abstand zwischen der Platte und der Spitze betrug ungefähr eine halbe Linie; die Batterie bestand aus acht grofsen Flaschen, die im Ganzen eine Belegung von 14 Quadratfufs darbot, und die Spannung der Ladung wurde jedesmal auf 15 bis 20 Graden eines Henly'schen Elektrometers gebracht.

Jede Platte färbte sich vor der Spitze, diese mochte negativ oder positiv seyn, in einem kreisrunden Raum

*) Diese Ann. Bd. 86. p. 506.

Digitized by Google

von 2 bis 3 Linien Durchmesser. Die Mitte war fast ausgehölt, ganz punktirt und körnig, so dafs man sah, dafs die Masse zum Schmelzen hingeneigt hatte; die Farbenringe umgaben die kleine Höhlung in der Mitte, aber nur auf dem Kupfer waren sie deutlich und wahrhaft prismatisch. Auf Silber und Platin hatten sie sehr schwache Farben; auf Stahl waren die Farben lebhafter, aber dennoch nicht vergleichbar mit denen des Kupfers. Ich bewahre einige der so behandelten Platten seit drei Monaten, ohne dafs sie anscheinend in diesem Zeitraum eine Veränderung erlitten hätten. Priestley sagt, dafs er mehrere Farbenringe bekommen habe; allein ich habe nur einen einzigen erhalten können, obgleich ich die Zahl der Schläge bis auf vierzig erhöhte. Vielleicht war meine Batterie zu klein für einen solchen Effect, denn die Priestley'sche hatte 22 Quadratfufs Oberfläche.

Da man weifs, dafs unter den Metallen, welche nach Aussetzung einer starken Hitze beim Erkalten Farben annehmen, gerade das Kupfer und Eisen die schönsten Farbenabstufungen darbieten; so ist die Voraussetzung natürlich, dafs diefs die Ursache der von Priestley beobachteten Farben sey. Die anfangende Schmelzung, welche die Platte dort erleidet, wo sie direct von den elektrischen Schlägen getroffen wird, zeigt ziemlich klar, wie grofs die daselbst entwickelte Hitze ist, und läfst mit Grund voraussetzen, dafs sie fähig sey, auf das Kupfer und den Stahl die erwähnte Wirkung auszuüben. Darf man aber von andern Metallen, die, wie Silber und Platin, sich nicht durch Wirkung der gewöhnlichen Hitze färben, dasselbe annehmen? Warum nicht, wenn nur die Hitze, welche sich bei den elektrischen Schlägen entwickelt, stärker und concentrirter ist, als in den gewöhnlichen Fällen. Diese Ursache ist an beiden Theilen der Batterie dieselbe, und mufs auch daher, übereinstimmend mit der Erfahrung, auf jeder Seite dieselbe Wirkung hervorbringen. Um die positiven und negativen

Digitized by

Figuren zu erhalten, ist es nicht nöthig, dafs man zwei verschiedene Versuche anstelle; man erhält sie gleichzeitig, wenn man eine ähnliche Anordnung trifft, als ich gebrauchte, um die beiden elektro-chemischen Figuren gleichzeitig auf einer und derselben Platte zu erhalten *).

Mit einer Batterie von 40 Quadratfufs erhielt Priestley, um die Höhlung in der Mitte, noch eine andere Erscheinung. Er fand diese Höhlung in der Mitte eines kleinen, mit einem schwarzen Pulver bedeckten Raums; aufserhalb dieses Raums bemerkte er einen Kreis von eben so vielen kleinen, wie im Centrum eingeschmolzenen, Punkten oder Höhlungen. Mit stärkeren Ladungen gelang es ihm, zwei oder drei concentrische Kreise von gleicher Natur hervorzubringen, die durch Intervalle, wo keine Spur von Schmelzung erschien, getrennt waren. Diese Thatsache scheint mir bei den elektro-chemischen Figuren ihr Seitenstück in den abwechselnd mehr oder weniger dunklen Kreisen zu haben, welche ich bei den ersten Resultaten meiner Versuche beobachtete **).

Wegen Mangels einer hinreichend kräftigen Batterie habe ich diesen andern Versuch von Priestley nicht wiederholt; allein dessen ungeachtet scheint mir, dafs, selbst in diesem Falle, die Analogie mehr scheinbar als wirklich ist, weil der Wechsel von mehr oder weniger dunklen Kreisen, welchen die Säule hervorbringt, von der Art abzuhängen scheint, auf welche sich die verschiedenartigen, von dem Volta'schen Strom auf der Platte fortgeführten, Kreise an einander legen und gegenseitig überdecken. Diefs ist die Meinung, welche ich in diesem Augenblick für die wahrscheinlichste halte; ich führe sie indefs nur an, ohne einen grofsen Werth auf sie zu legen, und blofs, um zu zeigen, wie weit die Verschiedenheit zwischen beiden Arten von Erscheinungen geht. Uebrigens ist die Folge von Kreisen, die bei Priestley

*) Dies. Ann. Bd. 86. S. 422.

**) Dies. Ann. Bd. 86. S. 392.

Digitized by Google

abwechselnd von den elektrischen Schlägen getroffen und nicht getroffen wurden, eine recht sonderbare Erscheinung, die verdiente von Neuem studirt zu werden, bevor man es unternimmt, über die Ursache derselben sich einer Vermuthung hinzugeben.

XX. *Vergleichung zwischen den beiden empfindlichsten Galvanometern, dem Frosche und dem Multiplicator mit zwei Nadeln, nebst einigen anderen Resultaten;*

von Hrn. Nobili in Reggio.

(*Bibliothèque universelle, XXXVII. p.* 10.)

Der Galvanometer mit zwei Nadeln, so wie ich ihn vor zwei Jahren angegeben habe, ist von einer Empfindlichkeit, die auf dem ersten Augenblick unübertreffbar scheint; ich besitze einige solcher Instrumente, die unter der Wirkung eines ganz schwachen Stromes, wie z. B. der von einer einfachen thermoelektrischen Kette, bestehend aus einem Kupfer- und einem Eisendraht, die an ihrem Berührungspunkte blofs mit den Fingern erwärmt werden, zuerst eine Bewegung von 150° machen. Der Frosch zeigt ebenfalls sehr schwache elektrische Wirkungen an, wie alle in der ersten Zeit des Galvanismus angestellten Versuche beweisen. Allein welchem dieser beiden Anzeiger gebührt der Vorzug bei sehr feinen Untersuchungen? Ohne Zweifel dem Multiplicator; er hat gegen den Frosch den grofsen Vorzug, dafs man die Resultate leicht vergleichen kann. Wenn aber die Contractionen des Frosches nicht so genaue Anzeigen liefern, als der Multiplicator, so ist diefs doch kein Grund, die Hülfsmittel gänzlich zu vernachlässigen, welche sie liefern können. Denn, wenn der Frosch empfindlicher wäre als der Multiplicator, müfste man ebenfalls zu ihm

Digitized by

seine Zuflucht nehmen, in allen Fällen, worin das andere Instrument zweideutige oder negative Resultate gäbe. Ich wurde natürlich darauf geführt, die relative Empfindlichkeit des Frosches und meines Galvanometers zu prüfen, als ich die Versuche der HH. Becquerel und Davy über die Entwicklung der elektro-chemischen Strömungen studirte. Werden wirklich in dem Acte der chemischen Verbindungen elektrische Ströme erzeugt? Diefs ist eine noch streitige Thatsache, die ich durch neue Versuche aufhellen wollte, als es mir beifiel, dafs man dem Frosche noch keine Aufmerksamkeit geschenkt hatte, und es möglich wäre, dafs wir in diesem Thiere ein sichereres Mittel zur Lösung der Aufgabe besäfsen. Ich werde am Schlusse dieses die positiven Resultate angeben, welche ich über diesen Punkt erhalten habe; bevor ich aber zum Hauptgegenstand dieses Aufsatzes übergehe, werde ich die Versuche aus einander setzen, die ich angestellt habe, um zu bestimmen, welchen Rang der Frosch unter den Galvanometern einnehme.

Diese Instrumente sind zur Messung der elektrischen Ströme bestimmt, welche man gewohnt ist in *continuirliche* und *discontinuirliche* einzutheilen. Studiren wir zunächst die von den ersten hervorgebrachten Erscheinungen, und dann die der zweiten.

Continuirliche Ströme. Diese Ströme theilen sich in *hydro-elektrische* und *thermo-elektrische.* In die ersten tritt immer ein feuchter Leiter ein, und sie können auf zwei Arten hervorgebracht werden, entweder blofs mit Leitern zweiter Classe, oder mit Leitern einer beliebigen Art combinirt mit denen der ersten Art, nämlich den Metallen. Wir nennen hydro-elektrische Ströme zweiter Classe die, welche auf die erste Art erzeugt sind, und hydro-elektrische Ströme erster Classe die andern.

Zu den bisher bekannten thermo-elektrischen Strömen ist kein feuchter Leiter wesentlich, sondern sie ent-

Digitized by Google

stehen blofs mit Hülfe der Wärme in ganz metallischen Bögen.

Erster Vergleich. Hydro-elektrische Ströme zweiter Classe. Man präparirt einen Frosch, wie Galvani es that, und stellt ihn, nachdem man zwei Tassen mit Wasser oder vielmehr mit einer Salzlösung gefüllt hat, mit den Füfsen in die eine und mit dem Rumpf in die andere; die Schenkel unterstützt man durch eine dritte, umgekehrte Tasse, oder durch sonst einen isolirenden Körper. Man nimmt hierauf einen Amianthfaden, oder selbst eine baumwollene Schnur, und nachdem man ihn mit der Flüssigkeit getränkt hat, hält man ihn zur Schliefsung der galvanischen Kette bereit. Wenn der Frosch frisch präparirt ist, fehlen die Contractionen im Moment des Schliefsens der Kette niemals oder fast nie. In dieser Kette ist keine metallische Substanz vorhanden, und die Wirkung rührt blofs von der Verbindung von Leitern zweiter Classe her, die verschieden genug sind, um mit dem Frosch einen Strom zu erregen. Wir werden oft Gelegenheit haben von diesem Strome zu reden, und nennen ihn deshalb *Frosch-Strom* (*Courant de la Grenouille*), ohne uns darum zu kümmern, welche Theile ihn erzeugen.

Nachdem ich so schnell den Frosch-Strom erhalten hatte, war es mein erster Gedanke, einen ähnlichen Strom in einen meiner empfindlichsten Multiplicatoren zu leiten, um zu sehen, welche Anzeigen er liefern würde. Ich hatte ein solches Zutraun zu dem Instrumente welches ich anwandte, dafs ich sehr erstaunt war, als ich sah, dafs der Frosch sich in dem neuen Strom noch contrahirte, während die Nadel des Multiplicators keine Bewegung machte. Diefs Resultat liefs mich fürchten, dafs das Instrument nicht fähig sey, die von Leitern zweiter Classe erzeugten Ströme zu messen; allein, ehe ich hierauf viel Gewicht legte, machte ich einen zweiten Versuch. Ich verfertigte einen andern Galvanometer, bei

Digitized by Google

welchem ich mir alle Mühe gab, damit er wirksamer sey, als der vorige. Wirklich war er weit empfindlicher, und gab mir unzweifelhafte Anzeigen von dem Frosch-Strom. Als die Tassen mit gemeinem Wasser gefüllt waren, betrugen die Ablenkungen nur wenige Grade; allein mit Salzlösungen betrugen die ersten Bewegungen der Nadel 10°, 20° und selbst 30°. Der Frosch-Strom geht von den *Muskeln* zu den *Nerven*, d. h. von den *Füßen* zu dem *Kopf*. Dieß Resultat ist von größter Wichtigkeit, nicht bloß für die Theorie, sondern auch für die Anwendung eines unserer schätzbarsten Instrumente; wir werden weiterhin darauf zurückkommen.

Wir haben gesagt, daß in der Kette des Frosch-Stromes die Nadel nur wenige Grade abwich, wenn die Tassen mit Wasser gefüllt waren; wir müssen jetzt noch hinzufügen, daß, wenn die Schicht dieses schlechten Leiters nur wenig vergrößert wird, kein so starker Strom mehr durch den Draht des Multiplicators geht, um die Nadel desselben hinlänglich zu bewegen. In demselben Falle giebt ein guter Frosch noch einige Anzeigen vom Strome, und dadurch erhält er in einem gewissen Grade den Vorzug.

Zweiter Vergleich. Hydro-elektrische Ströme erster Classe. Wie zu erwarten, giebt ein Frosch keine Zeichen von Bewegung unter der Wirkung seines eignen Stromes; man bringe ihn hierauf in den Kreis eines andern Stromes, der von einem Volta'schen Plattenpaar hervorgebracht ist, wie gewöhnlich, aber so geschwächt, daß er mit dem Multiplicator unwahrnehmbar ist. Unter der Wirkung des Volta'schen Stromes sieht man den Frosch sich zusammenziehen, wenn auch nicht immer, doch wenigstens oft, und besonders, wenn der Strom *von den Füßen nach dem Kopfe* durch ihn geht. Den Vorzug, welchen der Frosch bei den hydro-elektrischen zweiter Classe besitzt, verliert er also bei den der ersten Classe nicht. Es ist leicht dieß Resultat vorherzusehen, allein

Digitized by Google

allein es ist doch zweckmäfsiger, sich durch einen directen Versuch davon zu überzeugen.

Dritter Vergleich. Thermo-elektrische Ströme. Diese Ströme sind am Galvanometer mit zwei Nadeln sehr merkbar, sobald sie in ganz metallischen Bögen erregt werden. So wie man sie aber durch feuchte Leiter gehen läfst, werden sie in dem Grade geschwächt, dafs die bestconstruirten Galvanometer nur wenig deutliche Anzeigen geben *). Die Anzeigen nehmen ab, so wie man die Strecke der zwischengebrachten Flüssigkeit vergröfsert, und hören endlich ganz auf, wenn man einen gewissen Punkt überschreitet. Hievon kann man sich mittelst des kupfernen Multiplicator-Drahts überzeugen, wenn man dessen Continuität an einer Stelle durch eine Flüssigkeit unterbricht. Im Augenblick, wo das kalte Ende des Drahts mit dem andern, über einer Lampe erhitzten Ende in Berührung kommt, bewegt sich die Nadel des Multiplicators um wenige Grade, wenn die zwischengebrachte Schicht der Flüssigkeit klein ist; sie bleibt aber ganz unbeweglich, sobald die Schicht eine gewisse Gröfse erreicht. Gesetzt nun, die Schicht habe diese Gröfse und werde überdiefs noch durch den ganzen Körper eines Frosches vermehrt, der einen Theil seiner ursprünglichen Reizbarkeit verloren hat; schliefst man nun die Kette, indem man die beiden gleich kalten Enden in Berührung bringt, so wird der Frosch keine Bewegung zeigen, oder wenigstens eine sehr schwache, in Folge seines eignen Stromes, welcher hier noch im Zustande geringer Erregbarkeit vorhanden ist. Wenn man aber das eine Ende erhitzt und es mit dem kalten Ende in Berührung setzt, so wird der Frosch stark zucken, die Magnetnadel aber wie zuvor in Ruhe bleiben.

*) Die Galvanometer, welche für die hydro-elektrischen Ströme am empfindlichsten sind, sind es nicht für die thermo-elektrischen. Die letzteren erfordern einen dickern Leitungsdraht, der nur wenige Umgänge um das Instrument macht.

Digitized by Google

Wenn es in der ersten Epoche des Galvanismus, wo man die Frösche auf so verschiedenartige Weisen anwandte, den Physikern beigefallen wäre, den Muskel und Nerv mit zwei langen Drähten desselben Metalls zu armiren, das freie Ende des einen Drahts zu erhitzen, und mit dem andern nicht erhitzten in Berührung zu bringen; so würde die Wissenschaft zwanzig Jahre früher mit der interessanten Entdeckung Seebeck's bereichert worden seyn, und Volta würde mit Erstaunen eine Thatsache gesehen haben, die in directem Widerspruche mit dem Geiste seiner Principien steht, nämlich: die Möglichkeit der Erregung eines Stromes in einem ganz aus Metallen gebildeten Bogen. In der That übt der Frosch in dem angeführten Beispiele nur die Functionen eines Leiters aus, und die Extremitäten des am Muskel und Nerven angebrachten metallischen Bogens bringen wegen ihrer Homogenität keine elektrische Aenderung hervor. Der ganze Effect rührt daher von dem mittleren Theil dieses Bogens, der an einer Stelle erhitzt, und an der andern erkaltet ist. Nimmt man nun an, dafs der Frosch durch irgend eine Metallscheibe ersetzt sey, so folgt, dafs die Ursachen, welche den Strom erregten, noch da sind, und dafs sie durch Fortnahme des Leiters zweiter Classe nicht schwächer werden, sondern vielmehr an Energie zunehmen müssen, gerade wie es wirklich der Fall ist.

Die continuirlichen Ströme. Es giebt deren zwei Arten, die der trocknen Säule und die der gewöhnlichen Elektrisirmaschine.

Vierter Vergleich. Trockne Säule. Diese ist sowohl auf den Frosch, wie auf den Multiplicator, ohne Wirkung.

Fünfter Vergleich. Elektrisirmaschine. Die Elektricität derselben bringt, wie schwach sie auch seyn mag, den Frosch zu starken Zuckungen; die gewöhnlichen Multiplicatoren aber geben keine Anzeigen, weder schwache noch starke. Um einige Anzeigen zu erhalten, mufs man

Digitized by Google

die Umgänge des Multiplicators weit stärker isoliren, und sich desselben so wie Hr. Colladon bedienen.

Folgerungen. Es geht aus den verschiedenen Vergleichungen, welchen die beiden Instrumente unterworfen worden sind, hervor, dafs der Frosch in keinem Fall den Multiplicator nachsteht. Seine Vorzüglichkeit in Bezug auf die gemeine Elektricität war schon bekannt; allein es blieb der Hauptpunkt festzusetzen, nämlich: welchen Rang er als Anzeiger der continuirlichen Ströme einnehme. Durch erneuerte Sorgfalt ist es mir gelungen, meinen Galvanometer noch etwas zu verbessern; allein mit aller Anstrengung habe ich ihm nicht die Empfindlichkeit geben können, deren ein gut präparirter Frosch fähig ist. Dieser verdient allemal den ersten Platz, und ich sage diefs um so lieber, als ich noch keine Wirkung mit dem Frosch erhalten habe, die ich nicht mehr oder weniger mit dem Galvanometer bewährt gefunden hätte *).

*) In seinem gegenwärtigen Zustande giebt mein Galvanometer eine Ablenkung von 80°, unter der Wirkung eines Stromes, die meinen *Galvanomètre comparateur* nur um einen Grad ablenkt. Diefs letztere Instrument habe ich schon, nebst der zugehörigen Abhandlung, durch Hrn. Arago dem Pariser Institut vorlegen lassen. Wahrscheinlich werden die berühmten Herausgeber der *Annales de chimie et de physique* bald Bericht von demselben erstatten, und ich wünschte, dafs die Zeit nicht mehr fern wäre, wo die Physiker hinsichtlich der Kraft ihrer respectiven Multiplicatoren einander verständen.

Einige Zeit, nachdem ich meinen Multiplicator mit zwei Nadeln bekannt machte, haben einige Personen geglaubt, dafs ich ihn noch empfindlicher machen könnte, wenn ich die getroffene Vorrichtung verdoppelte. Ich habe vor zwei Jahren eine Notiz bekannt gemacht, worin ich zeigte, dafs man durch eine solche Methode nichts gewinnt (*Giornale di Fisica, T. VI. Bimestre V. Ann.* 1825). Ich sehe daher jetzt nicht ohne Erstaunen, dafs Hr. Becquerel es vorzieht, vier Nadeln anzuwenden, und dafs er, aufser dieser Complication, statt eines einzigen Bogen, sich zehn derselben, die sämmtlich von denselben Enden ausgehen, bedient (*Ann. de chim. et de phys. XXXV. p.* 118.). Die sehr schwachen Ströme gehen gänzlich durch sehr feine Drähte, die

Digitized

Es ist indefs auch gerecht, eine Thatsache zu Gunsten dieses letzten Instrumentes anzuführen, nämlich, dafs es zur Messung thermo-elektrischer Ströme nicht nöthig ist, dieselben durch einen feuchten Leiter gehen zu lassen, wie diefs bei dem dritten Vergleich geschehen ist. Der Versuch mufste damals auf diese Art angestellt werden, weil der Frosch nothwendig mit in den Kreis des Multiplicators eintreten mufste; allein abgesehen von diesem besondern Falle und andern ähnlichen, gehen die thermo-elektrischen Ströme geradesweges in den Draht des Instruments, und vollenden den Kreis, ohne den Weg der metallischen Leiter zu verlassen. Dieser Weg ist so vortrefflich für sie, dafs die Ströme, welche durch sehr schwache Temperaturdifferenzen erregt sind, beträchtliche Ablenkungen erzeugen, während dieselben Ströme auf die bestpräparirten und reizbarsten Frösche nicht den geringsten Eindruck hervorbringen. Man mufs also eine Unterscheidung machen; wenn es sich um hydro-elektrische Ströme handelt, in deren Kreis immer ein Leiter zweiter Classe eintritt, ist der Frosch ein empfindlicherer Anzeiger, als der Galvanometer; handelt es sich aber um Ströme, die, wie die thermo-elektrischen, sich in metallischen Bögen aufhalten, so ist ein mittelmäfsiger

mehrere hunderte von Fufsen lang sind. Diese Thatsache, welche ich zu meiner Belehrung verificirt habe, scheint nicht Hrn. Becquerel in dem Gebrauch seiner Bögen geleitet zu haben. Statt sich derselben als Verzweigungen eines einzigen Drahtes zu bedienen, würde er einen gröfseren Nutzen aus ihnen gezogen haben, wenn er sie alle zur Bildung eines einzigen, auf gewöhnliche Art anzuwendenden, Bogens verwandt hätte. Ich könnte auch noch ein Wort sagen, über das Stillschweigen, welches Hr. Becquerel bei Gelegenheit der ersten kurzen Beschreibung des Galvanometers mit zwei Nadeln beobachtete (*Ann. de chim. et de phys. XXXI. p.* 371.). Allein ohne die Gründe dieser Unterlassung aufzusuchen, bemerke ich nur, dafs die Complicationen, welche er angeführt hat, nicht geeignet sind, das Instrument zu verbessern, dafs sie ihm seine Einfachheit rauben, ohne ihm den Vortheil der Compensation zu gewähren.

Digitized by Google

Multiplicator ohne Vergleich empfindlicher als der reizbarste Frosch. Sobald man übrigens in den thermoelektrischen Bogen einen Leiter zweiter Classe mit eintreten läfst, ist der Frosch auf's Neue empfindlicher als der Galvanometer. Nach dieser Unterscheidung ist es das Beste sich mit dem Gebrauch des Frosches vertraut zu machen. Zwar kennt man seit langer Zeit dieses Prüfmittel, allein es fordert aufs Neue unsere Aufmerksamkeit für die Dienste, welche die Wissenschaft von ihm zu erwarten berechtigt ist.

Neue Methode, den Frosch zu gebrauchen. Der Frosch-Strom hat eine gewisse Richtung und eine gewisse Kraft; man kann ihn zerstören, wenn man ihn gegen einen andern von gleicher Kraft richtet. Wenn man zwei Frösche auf die gewöhnliche Weise zubereitet, und mit ihnen allein die galvanische Kette bildet, indem man wechselseitig den Nerv des einen mit dem Muskel des andern in Berührung setzt, so ziehen sich beide Frösche zusammen. Sie bleiben dagegen ohne Bewegung, wenn man ihre Lage umkehrt, Nerv und Nerv, Muskel und Muskel sich berühren läfst. In diesem Falle wirken die elektromotorischen Kräfte der beiden Frösche im entgegengesetzten Sinne, und die Wirkung ist Null, wie im Falle, wo zwei Volta'sche Plattenpaare umgekehrt an einander gelegt sind.

So lange sich der Frosch vermöge seines eignen Stromes ein wenig zusammenzieht, besitzt er seine ganze Empfindlichkeit, eine schätzbare Eigenschaft, die man bei sehr empfindlichen Versuchen zu benutzen wissen mufs. Die Zeit, während welcher der Frosch diese Reizbarkeit behält, ist nicht so kurz, wie man glauben könnte. Gewöhnlich dauert sie einige Minuten, und der Physiker kann wohl während dieser Zeit Versuche machen. Man mufs sich nur gegen eine Fehlerquelle hüten, nämlich gegen den Einflufs des eignen Stromes des Frosches. Das sicherste Mittel, sich dagegen zu hüten, schien mir an-

Digitized by Google

fangs die Zerstörung desselben durch einen zweiten, in umgekehrter Stellung an den ersten gelegten Frosch; allein der Versuch zeigte mir bald, dafs man wohl auf diese Art den Fehler vermeidet, dafs sich aber die so gelegten Frösche nicht mehr unter der Wirkung eines schwachen Stromes zusammenziehen. Ich verliefs daher dieses Mittel, und suchte ein anderes auf, welches darin bestand, dafs ich die Ströme in beiden Richtungen untersuchte, sie ein Mal vom Muskel zum Nerv, und das andere Mal vom Nerv zum Muskel gehen liefs. In einem dieser Fälle, dachte ich, würde der Strom, dessen Richtung man suchte, mit dem des Frosches, der, wie wir wissen, von den Füfsen zum Kopfe geht, im Gange übereinstimmen, und alsdann würden die Contractionen stärker seyn als im zweiten Falle, wo die Ströme entgegengesetzte Richtungen besäfsen. Ich fand, dafs der Unterschied zwischen den Contractionen in beiden Fällen, allgemein gesprochen, stark genug war, um die Existenz eines vom Frosche unabhängigen Stromes anzuzeigen; allein ich sah bald, dafs man nicht immer mit gleicher Sicherheit über diese Verschiedenheit urtheilte, und dafs daraus oft grofse Anomalien entständen, welche die Resultate einigermafsen zweifelhaft machten. Begierig diesem Uebelstande abzuhelfen, erinnerte ich mich, dafs die fremden Ströme schon auf die Frösche contrahirend wirken, wenn sie blofs in die Nerven geleitet werden. Ich schlofs also daraus, dafs man den ganzen untern Theil des Frosches von der elektrischen Kette ausschliefsen müfste, und dafs, wenn man alleinig mit den Nerven arbeitete, man sich gegen den eigenthümlichen Strom des Thieres schützen würde, ohne erwarten zu dürfen, dafs dieser irgend etwas von seiner ursprünglichen Empfindlichkeit verloren hätte. Die Theorie wurde durch die Erfahrung bestätigt; die schwächsten Ströme, welche blofs in den Nerven geleitet wurden, contrahirten den Frosch stark, und die Wirkung ist sicher hinsichtlich ihres Ursprungs nicht zweifelhaft, weil, wenn

Digitized by Google

man den Nerv in einen homogenen Bogen bringt, niemals eine Contraction stattfindet. Es ist zu bemerken, dafs es nicht nothwendig ist, die beiden Enden des Bogens, welcher die dem Versuche unterworfenen elektrometorischen Substanzen begreift, an den kleinen Zweig der Crural-Nerven zu bringen. Man bringt nur eins daran; das andere taucht man, der gröfsern Leichtigkeit wegen, in ein Gefäfs, welches man in zweckmäfsiger Entfernung mit dem Rumpf der Spina dorsalis in Communication setzt. Die Gegenwart dieses Appendix ändert nichts in den Resultaten, denn es ist nur die Fortsetzung der Crural-Nerven, welche man zur Erleichterung der Communicationen beibehält.

Nachdem man das Daseyn eines Stromes durch Hinleitung desselben blofs in den Nerven entdeckt hat, bleibt noch übrig seine Richtung zu bestimmen. Auch diese Untersuchung kann mittelst eines Frosches geschehen; man benutzt den eignen Strom desselben, indem man ihn, bald durch die eine, bald durch die andere Extremität, in den Kreis des Stromes leitet, welchen man an seiner Wirkung auf den Nerven erkennt. Die Contractionen, die alsdann stattfinden, sind nicht gleich, und ihr Unterschied zeigt, wenn der in Rede stehende Strom in gleicher Richtung mit dem des Frosches, und wenn er im entgegengesetzten Sinne geht. Im ersten Falle haben die Contractionen eine gewisse Stärke; im zweiten sind sie schwächer oder Null. Ich habe schon bemerkt und wiederhole es hier, dafs dieser Unterschied einigen Fehlern unterworfen ist; allein, wenn auch der Frosch nicht immer eine gleiche Sicherheit bei der Bestimmung der Richtung der Ströme gewährt, so läfst er doch hier nur wenig zu wünschen übrig.

Resultate verschiedener Versuche.

Dauer des Frosch-Stroms. Die Frösche ziehen sich nur kurze Zeit unter der Wirkung ihres eigenen

Digitized by

Stromes zusammen; aber derselbe Strom fährt fort mehrere Stunden lang auf den Galvanometer zu wirken. Während dieser Zeit ist es natürlich vorauszusetzen, dafs der Frosch den Rest seiner Lebenskraft verliert. Die lange Dauer dieses Stromes ist eine interessante Thatsache für die Physiologie, in sofern, als sie vielleicht besser als irgend eine andere zeigt, dafs die elektromotorischen Kräfte von den Lebenskräften unabhängig sind.

Elektromagnetische Wirkung mehrerer Frösche. Der Strom des Frosches lenkt die Magnetnadel meines Galvanometers um eine gewisse Zahl von Graden ab; bei einem Versuch erhielt ich 5°. Als ein zweiter Frosch in die Kette gebracht. und mit dem ersten in gleiche Richtung gelegt wurde, betrug die Ablenkung 8°; und als ein dritter hinzugefügt wurde, ging die Nadel bis auf 10°. Die elektromagnetische Wirkung der Säule zweiter Classe, wächst also mit der Zahl der Elemente, und dieſs ist aus zwei Gründen eine wichtige Folgerung: 1) Weil sie uns lehrt, dafs wir uns bei unsern Untersuchungen über die Elektricitätsentwicklung dieser Gattung von Leitern nicht auf Versuche mit einem einzigen Elemente beschränken, da, wenn ein einziges den Galvanometer nicht in Bewegung setzt, doch mehrere die gewünschte Wirkung hervorbringen können. 2) Weil sie sich nicht mit dem vom Prof. Marianini aufgestelltem Gesetze verträgt, nach welchem in den Säulen ein einziges Plattenpaar die elektromagnetische Wirkung aller übrigen hervorbringt. Zwar gehören bei diesen Säulen die hydro-elektrischen Ströme zur ersten Classe, allein ich glaube dennoch, dafs ein besonderes Gesetz für die der zweiten Classe vorhanden ist. Ich habe mich überdiefs überzeugt, dafs in allen Fällen die elektro-magnetische Wirkung mit der Zahl der Elemente wächst, sobald die individuelle Kraft dieser Elemente sehr schwach ist. Es hat also mit diesem Gesetze von Marianini eine gleiche Bewandtnifs, wie mit einem andern eben so nützli-

Digitized by Google

chen; es ist ein Approximations-Gesetz, welches innerhalb der Gränzen der gewöhnlichen Ströme genau ist.

Ströme bei einfachen chemischen Zerlegungen oder Verbindungen. Ich fülle zwei kleine Gläser, welche ich *A* und *B* nenne, mit einer Salpeterlösung, und tauche darin die Enden meines Galvanometers, welche aus zwei kleinen Platinstreifen bestehen. Ich nehme ein drittes Glas *C* und gieſse ein wenig Salpetersäure hinein; die Communicationen bewirke ich durch zwei Amianth- oder Baumwollenfäden, die mit der Lösung in den Gläsern *A* und *B* getränkt sind. Durch den einen Faden verbinde ich die Salpetersäure mit der Lösung, welche in einem der beiden Gläser, z. B. in *A*, enthalten ist; den andern Faden halte ich in der Hand, nachdem ich das eine seiner Enden mit einer Stange Aetzkali verbunden habe, die durch schwache Befeuchtung mit der in den Gläsern *A* und *B* enthaltenen Lösung leitend gemacht ist. Endlich bringe ich das Alkali mit der Salpetersäure in Berührung, indem ich zugleich das andere Ende des Communicationsbogens in das Gefäſs *B* tauche. Sogleich fängt die chemische Wirkung an, und die Nadel meines Multiplicators weicht in ihrer ersten Bewegung über 40 bis 50° ab, einen Strom anzeigend, der in der Flüssigkeit vom Alkali zur Säure geht. Vor und nach dem Versuche versichere ich mich sorgfältig von der Homogenität der an dem Galvanometerende befestigten Platinstreifen, und, zur gröſsern Sicherheit, füge ich der Kette noch zwei Gläser *A'* und *B'* hinzu, um in diese die Communicationsbögen einzutauchen. Die in die beiden ersten Gläser *A* und *B* eingetauchten Platinstreifen sind also völlig gegen jede von dem Alkali und der Säure herrührende Veränderung geschützt, da diese in so groſser Entfernung in Wirkung gesetzt sind. Jedenfalls hat man immer in der Umkehrung der Kette eine directe Probe, um die Resultate zu verificiren.

Kaustisches Kali hat mir, wie gesagt, Bewegungen

Digitized by Google

von 80° gegeben. Kohlensaures Kali giebt eine geringe Wirkung, doch noch 15 bis 20°; kohlensaures Natron, so wie gewöhnlicher Kalk, bringen ähnliche Ablenkungen hervor.

Bei diesen Versuchen wurden die alkalischen und erdigen Substanzen in starrer Gestalt angewandt; aufgelöst geben sie weit schwächere Wirkungen, und, was recht sonderbar ist, oft eine umgekehrte Wirkung, wie im starren Zustande. Diese Umkehrung hat mir beim Kalk constant geschienen, ein unerwartetes Resultat, welches, nach allen Seiten studirt, vielleicht zu einer den elektro-chemischen Lehren wenig günstigen Folgerung führen wird.

Ich habe die ersten Resultate, welche mit der Salpeterlösung, in welche die Platinenden des Galvanometers eingetaucht waren, erhalten wurden, etwas ausführlich aus einander gesetzt, weil diefs grade der hauptsächlichste Streitpunkt zwischen den HH. Becquerel und Davy ist. Der letztere erhielt bei dieser Anordnung keine Anzeigen eines Stromes, und Hr. Becquerel schreibt diesen Mangel an Wirkung dem Umstande zu, dafs Hr. Davy eine Salpeterlösung zur Completirung der Kette anwandte. Durch Eintauchung der Platinspitzen in Salpetersäure oder Schwefelsäure erhielt der französische Abweichungen, die von 6 bis 15° gingen (*Annal. de chim. et de phys. XXX. p.* 123.). Ich habe diese Substitution mehrmals ausgeführt, ohne sonderlich an Wirkung zu gewinnen. Die Erfahrung hat mich gelehrt, dafs man die Anwendung starker Säure bei den kleinen Platinstreifen zu vermeiden habe, weil es dann weit schwerer ist, sie homogen zu behalten, als in Salzlösungen. Nach allen diesem wird mir, wie ich glaube, die Meinung erlaubt seyn, Hr. Davy habe keine Anzeigen von Strömen erhalten, nicht weil er seine Versuche unter wenig günstigen Umständen angestellt hat, sondern deshalb, weil sein Galvanometer wahrscheinlich nicht empfind-

Digitized by Google

lich genug für einen Versuch von dieser Feinheit gewesen ist. Ich könnte ganz dasselbe von dem Instrumente des Hrn. Becquerel sagen; allein was ist von positiven Resultaten zu halten, die dieser Physiker unter fast ähnlichen Umständen, wie die negativen, bekommen hat? Ich will gewifs keine Thatsache controliren, sondern wenn sich Zweifel in dieser Hinsicht erheben, kann Hr. Becquerel allein dieselben lösen, dadurch, dafs er die Kraft seines Galvanometers und die Umstände bei der letzten Bestätigung seiner Resultate bestimmter kennen lehrt *). Man erhält mit Schwefelsäure gröfsere Wirkungen, als mit Salpetersäure. Die letztere giebt mit kohlensauren Alkalien und Erden Ablenkungen von 15 bis 20°, während man mit Schwefelsäure 25° bekommt.

Salzsaurer Baryt und Schwefelsäure geben eine Ablenkung von 10 bis 15°; Ammoniak und Schwefelsäure oder Salpetersäure erregten Bewegungen von 5 bis 10°. Schwefelsäure und salpetersaures Kali bringen eine beträchtliche Wirkung hervor, die Nadel wich 20 bis 25° ab. Bei diesen Versuchen waren die Streifen des Gal-

*) Bei Gelegenheit dieser Verification citirt Hr. Becquerel seinen Versuch mit oxygenirtem Wasser, als eine der unzweifelhaftesten Proben für die Entwicklung elektro-chemischer Ströme. (*Ann. de chim. et de phys. XXXV. p.* 123. 124.). Bei diesem Versuche endigt sich der Galvanometer an einer Seite in einem Platinlöffel, und an der andern in Platinschwamm. Das oxygenirte Wasser entwickelt bei seiner Zersetzung bekanntlich viel Wärme, welche natürlich den feinzertheilten Platinschwamm mehr erwärmen mufs, als den Löffel. Reicht nun dieser Temperatur-Unterschied nicht hin, um, unabhängig von jeder andern Ursache, einen elektrischen Strom zu erregen? Fast möchte ich sagen, die Vermuthung werde zur Gewifsheit, bei Erwägung, dafs man einen ähnlichen Strom erregt, entweder wenn man einen der an den Enden des Galvanometers befestigten gewöhnlichen Platinstreifen erhitzt, bevor man sie beide in eine und dieselbe Flüssigkeit taucht, oder, wenn man sie beide in ihrem natürlichen Zustande eintaucht, und darauf ein wenig erwärmte Flüssigkeit blofs auf die eine Seite giefst.

Digitized by

vanometers in eine Kochsalzlösung geleitet. Weinsteinsäure und kohlensaures Kali gaben mir nur eine geringe Abweichung von ungefähr 5°.

In aller Strenge sind diese Resultate nicht mit einander vergleichbar, weil sie nicht unter völlig gleichen Umständen erhalten worden sind; doch können sie dazu dienen, eine Idee von den mehr oder weniger kräftigen Verbindungen zu geben. Die Substanzen, welche sich durch ihre Action am meisten zur Erzeugung eines Stromes eignen, sind im Allgemeinen nicht die, bei welchen sich die chemische Action am kräftigsten zeigt. Die Schwefelsäure z. B. wirkt ruhig auf das salpetersaure Kali, und doch findet hier ein stärkerer Strom statt, als bei den kohlensauren Salzen, bei welchen das Aufbrausen so lebhaft ist.

Ströme bei bloſsen Auflösungen. Ich habe diese Ströme in verschiedenen Fällen erhalten. Folgendes sind die hauptsächlichsten. Schwefelsäure mit den drei Salzen: schwefels. Kupfer, schwefels. Kali und schwefels. Quecksilber; Salpetersäure und Salpeter; diese letzte Verbindung erzeugt einen sehr schwachen Strom. In allen Fällen gehen die Ströme von den Salzen zu den Säuren. und erzeugen gewöhnlich Bewegungen von ungefähr 10°. Die Salze waren krystallisirt.

Ströme bei doppelten Zersetzungen. Anzeigen von diesen Strömen habe ich sowohl mit dem Frosche als mit dem Galvanometer erhalten; allein sie waren schwach, und blieben oft durch unvorhergesehene Umstände ganz aus. Die Ursache dieser Anomalien kann ich nicht angeben; doch glaube ich, rühren sie, wenigstens zum grofsen Theil, von der Substanz her, die wir genöthigt sind in den Strom zu bringen, um den Extremitäten des Galvanometers die Homogenität zu erhalten. Daraus entsteht einige Ungewifsheit in den Resultaten, und es ist daher besser neue Versuche anzustellen, ehe ich in die bisher erhaltenen volles Zutrauen setze. Die Combinationen,

welche ich versucht habe, sind: essigsaures Blei und schwefelsaures Zink, salzsaurer Baryt mit schwefelsaurem Kali, Magnesia und Natron, salzsaurer Kalk und kohlensaures Natron.

Die wenigst zweifelhaften Anzeigen wurden mit salzsaurem Baryt und den schwefelsauren Salzen erhalten. Als die schwefelsauren Salze in Lösung, und das salzsaure in starrer Gestalt angewandt wurden, war der Strom am deutlichsten; seine Richtung ging vom salzsauren zum schwefelsauren Salze. Es entsteht hier aber ein anderer Zweifel. Wenn eins der Salze nicht gelöst ist, so kann man immer argwöhnen, dafs die elektro-dynamische Wirkung mehr von dem Acte der Lösung, als von dem Austausche der Basen abhängt.

Thermo-hydro-elektrische Ströme. Nachdem ich das Daseyn des Stromes in den schon erwähnten Fällen nachgewiesen habe, bleibt, wie mir scheint, nur übrig, einige Anzeigen von thermo-hydro-elektrischen Strömen zu erhalten, wenn ich so die Ströme nenne, die in Leitern zweiter Classe blofs durch Hülfe der Wärme, gleich wie in den ganz metallischen Ketten des Hrn. Dr. Seebeck, erregt werden. Ich habe verschiedene Versuche gemacht, um diese letzte Art von Strömen zu erhalten, habe aber bisher nur zweifelhafte Resultate erhalten. Ich werde mich von Neuem mit dieser Untersuchung beschäftigen, die ich für sehr wichtig halte, weil mir scheint, dafs von ihr eins der gröfsten Probleme der physicalischen Erdkunde abhängt, ich meine den Erdmagnetismus, für welchen es nöthig eine Thatsache aufzustellen, nämlich das Daseyn elektrischer Ströme, die, übereinstimmend mit der scheinbaren Bewegung der Sonne, von Ost nach Westen gerichtet sind. In der That, wenn es hinreicht, dafs man die Theile einer ganz aus Leitern zweiter Classe bestehenden Kette ungleich mäfsig erwärmt, um einen Strom zu erregen, der von den heifsen zu den kalten Theilen geht, so wird der Physiker berechtigt

Digitized by

seyn, sich dieser Thatsache zur Lösung des gröfsten Problems zu bedienen, dafs die Erde nichts anders als eine grofse thermo-hydro-elektrische Kette ist, welche durch die Sonne in beständiger Thätigkeit erhalten wird, indem sie die östlichen Gegenden immer früher als die westlichen erhitzt, wodurch die ersteren immer wärmer als die letzteren sind.

Zusatz. Ich habe diesen Morgen mit kleinen Thonstücken deutliche Anzeigen von thermo-hydro-elektrischen Strömen erhalten. Sie gehen, wie ich voraussetzte, von den heifsen zu den kalten Theilen. Ich werde diesen Versuch im Detail bekannt machen, sobald ich ihn wiederholt und abgeändert habe. Gelingt es, wie ich hoffe, dieses Resultat fest zu begründen, so wird man vielleicht nicht lange mehr mit dem Beweise säumen, dafs die verschiedenen Arten von Strömen sämmtlich gleicher, nämlich thermo-elektrischer, Natur sind.

XXI. *Bemerkung über ein von Hrn. Poisson für die Extension elastischer Drähte aufgestelltes Theorem; von Dr. W. Weber.*

Poisson, welcher, nach dem Vorgange von Euler, Lagrange und Laplace, den Calcul auf physikalische Gegenstände am erfolgreichsten anzuwenden gewufst hat, hat in den *Annales de chimie et de physique, T.* 36. *p.* 86. (dies. Ann. Bd. 89. S. 394.) Auszüge aus einem neuen Memoire gegeben, das einen der glücklichsten Fortschritte der Physik in neuerer Zeit zu enthalten scheint. Poisson scheint durch seine Untersuchung eine Abhängigkeit und einen Zusammenhang zwischen zwei Grundkräften der Natur, der Federkraft und der Expansivkraft, oder der Elasticität, die ein Körper nach erlittener Formänderung äufsert, und der Elasticität, die ein Körper

Digitized by Google

nach erlittener Volumenänderung äufsert, *nachgewiesen* zu haben, die vor ihm nur *vermuthet* worden waren. Versuche, die ich zur Prüfung der von Poisson angegebenen Abhängigkeit der Federkraft und Expansivkraft anstellen konnte, weil ich mehrere akustische Versuche gemacht, und mich in den Besitz mehrerer genauer dazu nothwendiger Instrumente gesetzt hatte, gaben sehr geringe Abweichungen von den nach Poisson berechneten Resultaten, und sie verdienen vielleicht, bei dem grofsen Interesse, welches diese Untersuchungen Poisson's erregen, mitgetheilt zu werden.

Materie.	Länge.	Breite.	Dicke.
Eisen	$441^{\text{lin. Par.}},3$	$16,^{\text{lin.}},60$	$4^{\text{liu.}},827$
Messing	451,8	4,96	0,93
Messing	155,2	2,434	2,434.

Ich besafs ein Monochord, in welchem alle Rückwirkung der Resonanz vermieden war, und die Endpunkte der Saite vollkommen fixirt waren, so dafs diese Endpunkte, wie in Taylor's Theorie vorausgesetzt wird, keinen Theil an der Schwingung der übrigen Saite hatten.

Die ebenen Oberflächen der zwei stählernen Klemmen des Monochords wurden $59^{\text{lin.}},91$ von einander entfernt. Zwischen ihnen wurde eine Eisensaite, von der ein (bei 3141 Grm. Spannung) 3 Par. Fufs langes Stück $0^{\text{gr.}},2442$ wog, aufgespannt, und ihr Transversalton mit dem *Longitudinaltone* des $441^{\text{lin.}},3$ langen Eisenstabes verglichen. Die Tonbestimmungen habe ich nicht allein selbst, sondern auch ein Freund gemacht, der nicht vom Zwecke dieser Versuche unterrichtet war.

Spannendes Gewicht.	Transversalton der Saite im Vergleich mit dem *Longitudinaltone* des Eisenstabes.
$2521^{\text{gr.}},5$	tiefere Octave —
2601,5	höhere Octave +

Schwingungen der Saite in 1 Secunde

$$=65{,}94\sqrt{\frac{431{,}6.2561{,}5}{(59{,}91)^2.0{,}2442}}=2342$$

Digitized by Google

Longitudinal-Schwingungen des Eisenstabes in 1 Secunde
$=4684$.

» Hat man einen an beiden Enden freien Stab, « sagt Poisson, » und bezeichnet mit l seine Länge, mit n die Zahl der Longitudinal-Schwingungen, mit n' die Zahl der Transversal-Schwingungen mit, e die Dicke des Stabes, wenn er parallelepipedisch ist, so ist

$$n' = (2{,}05610)\frac{n\,e}{l}.$$ «

In dem mitgetheilten Versuche war

$$l = 441^{\text{lin.}},3; \quad e = 4^{\text{lin.}},827; \quad n = 4684.$$

Es müfste nach Poisson's Theorie

$$n' = (2{,}05610)\,\frac{4684 \,.\, 4{,}827}{441{,}3} = 105{,}3$$

seyn.

Die ebenen Oberflächen der zwei stählernen Klemmen des Monochords wurden 288 Par. Linien von einander entfernt, und der Transversalton derselben Eisensaite mit dem *Transversaltone* des $441^{\text{lin.}},3$ langen Eisenstabes verglichen.

Spannendes Gewicht.	Transversalton der Saite im Vergleich mit dem *Transversaltone* des Eisenstabes.
$1747^{\text{gr.}},5$	zwei Octaven höher —
1841,5	zwei Octaven höher +

Schwingungen der Saite in 1 Secunde

$$= 65{,}94\sqrt{\frac{431{,}07 \,.\, 1791{,}5}{(288)^2 \,.\, 0{,}2442}} = 407{,}15$$

Transversal-Schwingungen des Eisenstabes in 1 Secunde
$=101{,}8$.

Auf dieselbe Weise fand ich, dafs der $451^{\text{lin.}},8$ lange Messingstab in 1 Secunde 3600 Longitudinal-Schwingungen machte, folglich der $155^{\text{lin.}},2$ lange Eisenstab 10480 Longitudinal-Schwingungen.

Es müfste nach Poisson's Theorie

$$n' = (2{,}05610)\,\frac{10480 \,.\, 2{,}434}{155{,}2} = 337{,}9$$

seyn. Nach meinen Versuchen machte dieser Messingstab in 1 Secunde 334,7 Schwingungen.

Digitized by Google

XXII. *Ueber die Zusammendrückung einer Kugel; von Hrn. Poisson.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XXXVIII. p.* 330.)

Es sey eine hohle, homogene und überall gleich dicke Kugel von innen und aufsen gegebenen Pressungen ausgesetzt; man verlangt zu bestimmen, welche Aenderung der äufsere und innere Radius erleidet.

Vor dieser Aenderung seyen a und a' die respectiven Gröfsen dieser Radien, und r der Abstand irgend eines Punktes in dem vollen Theile von dem Mittelpunkte der Kugel. Man nehme an, dafs, nach der Veränderung, dieser Abstand werde $r+\varphi r$. Man nenne h und h' den äufsern und innern Druck, bezogen auf die Flächeneinheit. Zufolge der Gleichungen für das Gleichgewicht der elastischen Körper, hat man:

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^2\varphi}{dr^2}+\frac{4.d\varphi}{r\,dr}&=o\\ k\left(3r\frac{d\varphi}{dr}+5\varphi\right)+h&=o\\ k\left(3r\frac{d\varphi}{dr}+5\varphi\right)+h'&=o \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

Der Coëfficient k ist eine Constante, die nur von der Materie und der Temperatur der Kugel abhängt. Die erste dieser drei Gleichungen findet für alle Werthe von r statt, die zweite für $r=a$, und die dritte für $r=a'$. Integrirt man die erste, und bezeichnet mit b und c die beiden willkührlichen Constanten, so kommt:

$$\varphi=c+\frac{b}{r^3};$$

und substituirt man diesen Werth von φ in den beiden andern, so ergiebt sich:

$$c=\frac{h'a'^3-ha^3}{5k(a^3-a'^3)}; \quad b=\frac{(h'-h)a^3a'^3}{4k(a^3-a'^3)}$$

Digitized by

folglich wird der Werth von φ seyn:

$$\varphi=\frac{1}{5k(a^3-a'^3)}\left\{h'a'^3-ha^3+\frac{5(h'-h)a^3a'}{4kr^3}\right\}$$

Bezeichnet man nun, nach der Zusammandrückung, mit A und A' den äufsern und innern Radius der Kugel, oder die Werthe von $r+r\varphi$, welche $r=a$ und $r=a'$ entsprechen, so hat man:

$$A=a-\frac{(ha^3-h'a'^3)a}{5k(a^3-a'^3)}-\frac{(h-h')aa'^3}{4k(a^3-a'^3)}$$

$$A'=a'-\frac{(ha^3-h'a'^3)a'}{5k(a^3-a'^3)}-\frac{(h-h')a^3a'}{4k(a^3-a'^3)}$$

für die vollständige Lösung des aufgegebenen Problems.

Im Falle, dafs $h=h'$ ist, reduciren sich diese Werthe von A und A' auf:

$$A=a-\frac{ha}{5k},\qquad A'=a'-\frac{ha'}{5k}$$

Der von A bleibt noch der nämliche, wenn man $a'=o$ setzt; diefs zeigt, dafs eine hohle Kugel, welche von aufsen und innen gleich stark gedrückt wird, dieselbe Verkürzung $\frac{ha}{5k}$ des Radius erleidet, als wenn die Kugel ganz massiv wäre.

Ist die Dicke $a-a'$ sehr klein, und bezeichnet man sie mit α, so wie mit β den mittleren Radius $\frac{1}{2}(a+a')$, so hat man, sehr nahe:

$$\tfrac{1}{2}(A+A')=\beta-\frac{3(h-h')\beta^2}{20k\alpha}-\frac{(h+h')\beta}{10k}$$

$$A-A'=\alpha+\frac{(h-h')\beta}{10k}$$

für den mittleren Radius und die Dicke nach der Zusammendrückung.

Um sich dieser Formeln bedienen zu können, mufs man den Werth von k in Bezug auf die Substanz und die Temperatur der Kugel kennen. Man leitet ihn ab aus der beobachteten Verlängerung eines verticalen Fadens von gleicher Natur, der an einem Ende an einen

Digitized by Google

festen Punkt gehängt, und am untern Ende mit einem gegebenen Gewichte belastet ist. Es sey γ diese Verlängerung, l die ursprüngliche Länge des Fadens, ω der Querschnitt senkrecht gegen seine Axe, p das Gewicht, womit er belastet ist, und p' sein eignes Gewicht; nach den Gleichgewichtsbedingungen für die elastischen Körper hat man dann:

$$k = \frac{2l}{5\gamma\omega}.(p+\tfrac{1}{2}p') \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Man nehme nun an, die innere Kugel, deren Radius a' ist, sey erfüllt mit einer Flüssigkeit oder einer andern homogenen Substanz, die von der der äufsern Schicht, deren Dicke α, verschieden ist. Man nenne k' die Constante, welche k analog ist und der Substanz dieser Kugel zukommt. Es sey φ' das, was φ für die verschiedenen Punkte derselben wird, d. h. für die Werthe von r kleiner als a'. Die erste Gleichung (1) findet ihre Anwendung auf beide Theile des Körpers, welchen wir betrachten; man hat also zunächst:

$$\varphi = c + \frac{b}{r^3}\,; \quad \varphi' = c' + \frac{b'}{r^3}$$

worin b, c, b', c' willkührliche Constanten sind. Allein damit die Gröfse φ' für den Mittelpunkt dieses Körpers nicht unendlich werde, mufs man $b'=o$ haben; überdiefs mufs an der Gränze beider Theile, welche $r=a'$ entspricht, seyn $\varphi=\varphi'$, und daraus schliefst man:

$$c' = c + \frac{b}{a'^3}.$$

Die zweite der Gleichungen (1), in Bezug auf die äufsere Fläche, findet immer statt, und es folgt daraus:

$$h + k\left(5c - \frac{4b}{a^3}\right) = o.$$

Die Dritte wird hier durch die folgende ersetzt:

$$k\left(3r\frac{d\varphi}{dr} + 5\varphi\right) = k'\left(3r\frac{d\varphi'}{dr} + 5\varphi'\right)$$

welche für $r=a'$ stattfindet, und giebt:

Digitized by

$$k\left(5c-\frac{4b}{a'^3}\right)=5k'\left(c+\frac{b}{a'^3}\right).$$

Aus diesen Gleichungen zieht man:

$$b=\frac{h(k'-k)a^3a'^3}{kD};\quad c=-\frac{h(4k+5k')a^3}{5kD}$$

wenn man zur Abkürzung macht:

$$k'(5a^3+4a'^3)+4k(a^3-a'^3)=D.$$

Wir haben folglich:

$$\varphi=-\frac{h(4k+5k')a^3}{5kD}+\frac{h(k'-k)a^3a'^3}{kDr^3}$$

$$\varphi'=-\frac{9ha^3}{5D}$$

und die beiden Radien A und A' der äufsern Schicht werden, nach der Zusammensetzung, seyn:

$$A=a-\frac{h(4k+5k')a^4}{5kD}+\frac{h(k'-k)aa'^3}{kD}$$

$$A=a'-\frac{9ha^3a'}{5D}$$

Wenn der Druck h unmittelbar auf die Oberfläche der innern Kugel ausgeübt würde, wäre die Verkürzung ihres Radius $\frac{ha'}{5k'}$, statt $\frac{9ha^3a'}{5D}$. Die Einschliefsung in eine solide homogene und überall gleich dicke Hülle verändert also die Compression dieser Kugel in dem Verhältnifs von $9k'a^3$ zu D; und aus dem Werthe von D ist leicht zu ersehen, dafs diese Zusammendrückung gröfser oder kleiner wird, je nachdem man hat $k'>$ oder $<k$, d. h. je nachdem die Substanz der, soliden oder liquiden, Kugel weniger oder mehr compressibel ist als die der soliden Hülle. Der Effect hängt übrigens von der Dicke der Hülle ab, und wird unmerklich, wenn diese Dicke hinlänglich klein in Bezug auf den Radius a' ist. Er ist am gröfsten, wenn a' sehr klein gegen a, und k' sehr grofs gegen k ist; und alsdann wird die Compression der innern Kugel, durch die Hinzufügung der äufsern Hülle, fast um vier Fünftel vermehrt.

Digitized by Google

Die Gleichungen (1) und (2), welche ich in dieser Notiz angewandt habe, sind aus der Abhandlung über das Gleichgewicht der elastischen Körper ausgezogen, von der ich einen Bericht in den *Ann. de chim. et de phys. T. XXXVII. p.* 337. *) gegeben habe.

Ich werde noch den folgenden, gleichfalls in jener Abhandlung bewiesenen Satz hinzufügen.

Wenn auf die ganze Oberfläche eines homogenen Körpers von beliebiger Form ein Druck ausgeübt wird, und dieser eine, durch den Bruch δ bezeichnete, lineare Contraction hervorbringt, so bewirkt derselbe Druck, wenn er auf die Enden eines Stabes von gleicher Substanz, dessen Radius sehr klein und dessen Seitenfläche gänzlich frei ist, ausgeübt wird, eine doppelte oder 2δ gleiche Contraction im Sinne der Länge. Es folgt daraus, dafs die Capacitätsverringerung einer bleiernen Flasche, die nach der Contraction einer Stange desselben Metalles berechnet worden, nur die Hälfte von der ist, die Hr. Oersted in dem obigen Aufsatz **) angeführt hat.

XXIII. *Ueber das Magnium.*

Zufolge einer vorläufigen, in dem *Journ. de chim. med. Ann. IV. p.* 456. mitgetheilten Nachricht, ist es Herrn Bussy gelungen, das Magnium, das Radical der Talkerde, isolirt darzustellen, und zwar dadurch, dafs er Kaliumdämpfe über das in einem Porcellanrohre glühende Chlormagnium hinwegstreichen liefs. Das durch Auswaschen abgesonderte Magnium zeigte sich in Gestalt von braunen Flitterchen, die, in einen Agathmörser zusam-

*) Dies. Ann. Bd. 89. S. 383.

**) Es ist der in dies. Ann. Bd. 88. S. 513., welcher auch überhaupt die Veranlassung zu dieser Notiz des Hrn. Poisson gegeben hat.

Digitized by Google

mengedrückt, einen Metallstrich ähnlich dem des Bleies annahmen. Von schwacher Salpetersäure wurde das Metall nicht angegriffen, von Chlorwasserstoffsäure wurde es aber aufgelöst. Vor der Flamme des Löthrohrs verbrannt, gab es Magnesia.

Die weiteren Angaben stehen noch zu erwarten. Hr. Bussy hat auch das Beryllium, auf die von Oersted zuerst angewandte Methode, dargestellt, und hatte zur Absicht, die Reduction des Yttriums ebenfalls zu unternehmen. Die beiden letztern Metalle sind indefs, wie den Lesern aus dem vorigen Hefte erinnerlich seyn wird, bereits vom Dr. Wöhler dargestellt worden.

XXIV, *Neue Selenfossilien.*

In den *Ann. of Philos. f.* 1828, *T. IV. p.* 113. theilt Hr. Prof. Del Rio eine vorläufige Beschreibung und Analyse zweier neuen Selenfossilien mit, die zu Culebras, im Districte El Doctor, in Mexico vorkommen, begleitet von metallischem Quecksilber und Zinnober. Das eine ist roth, dem Zinnober ähnlich, und hat ein spec. Gewicht =5,66. Das andere hat eine graue Farbe und ein spec. Gewicht =5,56. Vor dem Löthrohre brennen sie mit einer schönen violetten Flamme, und stofsen unter vielen Rauch einen Geruch nach faulen Rettich aus. In dem grauen Fossil fand Hr. D. 49 Selen, 24 Zink, 19 Quecksilber und 1,5 Schwefel, und er betrachtet es demnach als bestehend, aus: $ZnSe^4 + HgS$. Das rothe dagegen hat, nach ihm, die Zusammensetzung: $ZnSe^4 + HgS^2$. Durch Destillation hat Hr. D. indefs auch eine Flüssigkeit bekommen, die er für Chlorselen hält. — Durch Hrn. Prof. Lampadius ist die K. Sammlung hieselbst in Besitz einiger Exemplare dieser Minerale gelangt, und wir dürfen daher mit der Zeit einer genauen Analyse derselben entgegensehen.

Digitized by Google

XXV. *Ueber das Verhalten der Phosphorwasserstoffgase gegen Auflösungen von Metallen; von Heinrich Rose.*

Die Verbindungen des Wasserstoffs mit dem Phosphor verhalten sich gegen metallische Auflösungen auf eine andere Weise, wie Schwefelwasserstoffgas gegen dieselben. Während dieſs in Auflösungen von Metalloxyden Schwefelmetall und Wasser erzeugt, zersetzen sich dieselben mit Phosphorwasserstoffgas so, daſs das Oxyd zu Metall sich reducirt und sich regulinisch abscheidet, während der Sauerstoff desselben sich mit den beiden Bestandtheilen des Phosphorwasserstoffgases zu Phosphorsäure und zu Wasser verbindet. Es bildet sich hierbei kein Phosphormetall, wie man gewöhnlich annimmt. Es sind jedoch nicht viele Metalloxyde, deren Auflösungen auf diese Weise zersetzt werden können; es sind vorzüglich nur die, deren Metalle keine sehr groſse Verwandtschaft zum Sauerstoff haben. Am leichtesten werden die Auflösungen der sogenannten edlen Metalle zersetzt, weit langsamer Kupferoxydauflösungen und noch schwerer Bleioxydauflösungen; in den Auflösungen vieler anderer Metalle habe ich keine Niederschläge hervorbringen können. Es werden also nur die Auflösungen der Metalloxyde zersetzt, die schon durch Phosphor allein reducirt werden. Das Gas, das durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird, bewirkt die Reduction der schwerer reducirbaren Oxyde schneller und leichter, als das selbstentzündliche Gas; übrigens wirken beide auf dieselbe Art.

In einer verdünnten Auflösung von *Goldchlorid* wird schon durch die ersten Blasen des hindurch geleiteten Phosphorwasserstoffgases ein dunkelbraunschwarzer Niederschlag erzeugt, der regulinisches Gold ist. Es ist mir

Digitized by Google

nicht gelungen, dadurch Phosphorgold hervorzubringen, dafs ich Phosphorwasserstoffgas im Uebermaafs durch die Goldauflösung leitete *).

Mit derselben Leichtigkeit, wie die Goldauflösungen, werden die *Silberauflösungen* zersetzt; nicht nur die des salpetersauren, schwefelsauren und essigsauren Silberoxyds in Wasser, sondern auf dieselbe Weise auch die des Chlorsilbers in Ammoniak. Es entsteht im Anfange durch die ersten Blasen des hindurch geleiteten Gases eine braune Färbung, und dann ein brauner, sehr voluminöser Niederschlag, von dem scheinbar in der Flüssigkeit viel aufgelöst zu seyn scheint, eine braune Auflösung bildend. Filtrirt man den braunen Niederschlag sehr bald, ohne ihn lange absetzen zu lassen, so läuft die Flüssigkeit braun durch's Papier. Nach längerem Stehen setzt sich der Niederschlag ab, ändert seine Farbe und wird metallisch grauweifs. Diese Veränderung wird durch gelinde Erwärmung sehr beschleunigt. Der braune Niederschlag, der im Aeufsern keine Aehnlichkeit mit regulinischem Silber hat, ist in der That nichts anders als dieses; denn, aufser dafs er durch längeres Stehen unter der Flüssigkeit in verschlossenen Gefäfsen die dem regulinischen Silber eigenthümliche Farbe annimmt, nimmt er, wenn er noch braun ist, durch Reiben metallischen Silberglanz an. Er enthält keine Spur von Phosphor. Der Erfolg ist derselbe, wenn auch ein Uebermaafs von Phosphorwasserstoffgas angewandt und alles Silber aus der Auflösung reducirt worden ist; hierdurch wird kein Phosphorsilber erzeugt.

Ich glaubte, dafs aus der Menge des reducirten Silbers, und aus der der gebildeten Phosphorsäure man sehr gut Schlüsse auf die Zusammensetzung der verschiedenen Phosphorwasserstoffgase würde machen können, vorzüglich da freies Wasserstoffgas, welches das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas immer begleitet, kein Silber

*) *Annales de chimie, T. LXXX. p.* 146.

Digitized by Google

aus seinen Auflösungen reducirt. Ich erhielt indessen wenig übereinstimmende Resultate. Die Ursache davon liegt wohl zum Theil in der grofsen Schwierigkeit, die Menge der Phosphorsäure sehr genau zu bestimmen, wenn sie in Auflösungen mit mehreren andern Substanzen gemischt ist, zum Theil vorzüglich aber daran, dafs wenn Phosphorwasserstoffgas durch die Auflösung schnell strömt, so dafs es nicht vollständig zersetzt werden kann, es sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit oxydirt und die Menge der Phosphorsäure vermehrt. Ich verhinderte diefs wohl so viel wie möglich dadurch, dafs ich das Gas langsam strömen liefs, so dafs nie eine Blase sich auf der Oberfläche von selbst entzündete; ich konnte indessen nicht vermeiden, dafs oft die Menge der Phosphorsäure zu hoch ausfiel. Der Gehalt derselben war sehr grofs, wenn das Silber aus der Auflösung vollständig durch das Gas war ausgefällt worden. — Die Menge der Phosphorsäure bestimmte ich auf zweierlei Art, welche beide indessen den Gehalt derselben nicht ganz genau angeben konnten. Die eine Art war die, dafs ich, nachdem die durch das Gas in einer Auflösung von schwefelsaurem Silberoxyde reducirte Menge von Silber abfiltrirt worden war, das noch in der Auflösung enthaltene Silberoxyd durch Chlorwasserstoffsäure fällte, und darauf eine Auflösung von Chlorbaryum zu der filtrirten Flüssigkeit setzte, worauf Alles, ohne die entstandene schwefelsaure Baryterde abzufiltriren, zur Trocknifs abgedampft wurde. Die Menge des hinzugesetzten Chlorbaryums war so grofs, dafs es vollständig von der Schwefelsäure zersetzt wurde, und ein Theil derselben noch frei blieb. Die trockne Masse wurde geglüht, gewogen und mit Chlorwasserstoffsäure digerirt, um die phosphorsaure Baryterde aufzulösen, deren Menge in der Auflösung durch Schwefelsäure bestimmt wurde, nachdem vorher die durch Chlorwasserstoffsäure ungelöst gebliebene schwefelsaure Baryterde gewogen worden war. Diese

Digitized by

Methode hatte den Nachtheil, dafs manchmal bei der schwefelsauren Baryterde noch etwas phosphorsaure Baryterde blieb, die nicht durch Chlorwasserstoffsäure gelöst wurde. Die andere Methode, die ich anwandte, um die Phosphorsäure zu bestimmen, war die, dafs ich aus der vom reducirten Silber abfiltrirten Flüssigkeit das aufgelöste Silberoxyd durch Schwefelwasserstoffgas fällte, zu der filtrirten Flüssigkeit eine Auflösung von salpetersaurer Baryterde und noch etwas freie Salpetersäure setzte, und die erhaltene schwefelsaure Baryterde abfiltrirte. Die filtrirte Flüssigkeit wurde zur Trocknifs abgedampft, geglüht und gewogen, darauf durch Schwefelsäure zersetzt, und die Menge der erhaltenen schwefelsauren Baryterde bestimmt. Diese Methode machte es nothwendig, sehr vorsichtig mit der Hinzufügung der salpetersauren Baryterde zu seyn; es wurde nur wenig mehr hinzugesetzt, als zur Fällung der Schwefelsäure nothwendig war, und dieser Ueberschufs richtete sich nach der Menge der Phosphorsäure. War zu viel salpetersaure Baryterde hinzugefügt worden, so bildete sich beim Glühen der trocknen Masse kohlensaure Baryterde, die das Resultat unrichtig machte.

Die Resultate der Versuche, als selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas durch neutrale schwefelsaure Silberoxydauflösung geleitet wurde, waren folgende:

	Menge des reducirten Silbers.	Menge der erhaltenen Phosphorsäure.	Menge der erhaltenen Phosphorsäure gegen 100 Th. vom reducirten Silber.
I. Versuch	4,103 Grm.	0,328 Grm.	8,0
II. -	2,3055 -	0,265 -	11,5
III. -	2,162 -	0,181 -	8,4
IV. -	3,956 -	0,365 -	9,2
V. -	6,664 -	0,749 -	11,2
VI. -	2,395 -	0,330 -	13,8
VII. -	9,533 -	0,915 -	9,6

Digitized by Google

Bei den ersten beiden Versuchen war die Menge der Phosphorsäure nach der ersten, bei den andern nach der zweiten Methode bestimmt worden. Bei dem zweiten, fünften und sechsten Versuch war aus der Auflösung alles Silber ausgefällt, und Phosphorwasserstoffgas überflüssig durch die Auflösung geleitet worden. Diese drei Versuche müssen aus einem oben angeführten Grunde ein unrichtiges Resultat geben, und dürfen hier eigentlich gar nicht in Betracht kommen.

Wenn selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas (P+3H nach den neuen Atomengewichten von Berzelius) durch eine Silberoxydauflösung geleitet wird, so müssen sich die Mengen Sauerstoff in dem gebildeten Wasser und in der gebildeten Phosphorsäure wie 3:5 verhalten, und die Menge des reducirten Silbers mufs auf 100 Theile Phosphorsäure 1211,32 Theile betragen, oder 100 Th. vom reducirten Silber entsprechen 8,26 Th. von gebildeter Phosphorsäure. Mit diesem berechneten Resultate stimmt das des ersten und dritten Versuches sehr gut überein.

Da das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas, wie es gewöhnlich bereitet wird, immer freies Wasserstoffgas enthält *), so bleibt reines Wasserstoffgas zurück, wenn es durch ein Silbersalz absorbirt wird. Die Menge desselben ist sehr verschieden. Ich habe schon früher bemerkt, dafs das selbstentzündliche Gas, das durch Glühen des neutralen unterphosphorichtsauren Bleioxyds erhalten wird, am wenigsten Wasserstoffgas enthält **). Das Phosphorwasserstoffgas hingegen, das durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird, wird von einem Silbersalze fast ganz vollständig absorbirt, in welcher Hinsicht meine Versuche mit denen von Dumas übereinstimmen. Es ist daher sehr wahrschein-

*) Poggendorff's Annal., Bd. VI. S. 202., und Bd. XII. S. 297.

**) Poggendorff's Annal., Bd. XII. S. 288.

Digitized by Google

lich, dafs dieses Gas, das nach meinen Versuchen mehr Phosphor als das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas enthält, aus zwei Arten von Phosphorwasserstoffgas in ungleichen Verhältnissen besteht, und kein freies Wasserstoffgas enthält. — Ich leitete dieses Gas durch eine neutrale schwefelsaure Silberoxydauflösung, aber so, dafs sehr viel Silberoxyd in der Flüssigkeit blieb. Ich erhielt 0,833 Grm. reducirten Silbers und 0,091 Grm. Phosphorsäure, also 10,9 Th. Phosphorsäure gegen 100 Th. Silber.

Eine Auflösung von *Kupferoxyd* (Kupfervitriolauflösung) wird durch hineingeleitetes, selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas weit schwerer und langsamer zersetzt, als Gold- und Silberauflösungen. Man bemerkt erst, nachdem das Gas länger als eine halbe Stunde durch die Kupferauflösung langsam geströmt hat, eine Schwärzung derselben; dann aber fängt das reducirte Kupfer an sich schnell als ein schwarzes Pulver zu fällen, das beim ersten Anblicke keine Aehnlichkeit mit regulinischem Kupfer zu haben scheint. Es erscheint indessen gegen das Licht roth, und filtrirt und getrocknet sieht es aus wie gewöhnliches Kupfer. Es ähnelt dem Kupfer, das aus seinen Auflösungen durch Zink gefällt worden ist. Es enthält keinen Phosphor. Die abfiltrirte Flüssigkeit enthält die entsprechende Menge Phosphorsäure. — Das Gas, das durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird, fällt weit schneller das Kupfer aus seiner Auflösung, als das selbstentzündliche Gas. — Diese Resultate stehen ganz im Widerspruche mit denen von Dumas, der Phosphorkupfer erhielt, als er Phosphorwasserstoffgas durch Kupfervitriolauflösungen absorbiren liefs *).

Gegen *Quecksilberauflösungen* verhalten sich die Phosphorwasserstoffgase auf eine ganz andere Weise, wie

*) *Annal. de chimie et de physique, T. XXXI. p.* 121. — Man vergleiche auch Schweigger's Jahrbuch der Chemie, Bd. 53. Hft. 4.

Digitized by Google

gegen die Auflösungen der andern erwähnten Metalle, wie denn auch Schwefelwasserstoffgas sich gegen Quecksilberauflösungen anders verhält, wie gegen Auflösungen anderer Metalle. — Ueber die Erscheinungen, die statt finden, wenn Phosphorwasserstoffgas durch Quecksilberauflösungen geleitet wird, werde ich in einer besondern Abhandlung reden.

XXVI. *Ueber das Aufschliefsen der Kieselfossilien über der Weingeistlampe.*

Eine ähnliche Erscheinung, wie Berthier beim Schmelzen einer grofsen Anzahl von Salzen, die in atomistischen Verhältnissen gemengt worden sind, beobachtet hat, benutzt man hier, um Kieselfossilien, die sonst mit kohlensaurem Kali oder Natron im Platintiegel zwischen Kohlen geschmolzen werden müssen, über der Weingeistlampe zu zersetzen. Man macht nämlich ein Gemenge von 5 Th. kohlensaurem Kali und 4 Th. kohlensaurem Natron, und mischt damit das geschlämmte Fossil. Diefs Gemenge der beiden kohlensauren Salze schmilzt so leicht, dafs man 15 Grm. desselben über einer Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge in vollem Flufs erhalten kann. Wirft man Sand hinein, so braust, unter Auflösung desselben, die Flüssigkeit auf, eben so als wenn man irgend eine andere Säure zu den kohlensauren Salzen hinzugesetzt hätte. Diefs Aufbrausen verursacht ein Spritzen, und bei starkem Zusatz von kieselhaltigen Fossilien wird die Masse auch aufserdem zu schwerflüssig, um das Fossil, wenn es nicht gepulvert und gut damit gemischt worden, aufzulösen. Aus diesem Grunde mischt man das geschlämmte Fossil mit dem Gemenge. Mehrere Grammen Feldspath werden auf diese Weise sehr schnell über der Weingeistlampe zersetzt.

Digitized by Google

XXVII. *Ueber den Weifsit.*

Da die Eigenthümlichkeit des Fossils, dessen Zerlegung im vorigen Bande dieser Annalen, S. 371., mitgetheilt ist, das Bedürfnifs fühlbar gemacht, einen besonderen Namen für dasselbe zu besitzen; so hat Se. Excellenz der Hr. Graf von Trolle-Wachtmeister, dem wir diese Analyse verdanken, in einem Briefe an Hrn. Prof. G. Rose, den Wunsch ausgesprochen, diefs Fossil, zu Ehren des Hrn. Prof. Weifs hieselbst, mit dem Namen *Weifsit* belegt zu sehen. Obgleich wohl nicht zu bezweifeln steht, dafs die Mineralogen diesem Vorschlage ihre Beistimmung schenken werden; so verdient es doch der Bemerkung, dafs diefs Mineral, nach den in der K. Sammlung hieselbst befindlichen Stücken zu urtheilen, von deren Aechtheit sich Hr. Prof. Berzelius durch eigne Ansicht überzeugt hat, mit demjenigen übereinzukommen scheint, welches früher Hr. Hofr. Hausmann (dess Handbuch S. 669.) *schaligen Triklasit* genannt hat.

XXVIII. *Desoxydation der Lackmustinktur.*

Im Journ. *de Pharmacie Ann. XIV., p.* 487., hat Hr. Desfosses in Besançon ein Paar Versuche über die Lackmustinktur bekannt gemacht, die zwar wenig Neues enthalten*), vielleicht aber die Aufmerksamkeit der Chemiker auf diesen Gegenstand zurückrufen. Die Entfärbung der Lackmustinktur durch Schwefelwasserstoff rührt nach Hrn. D. nicht von einer Verbindung dieser Stoffe mit einander her, sondern von einer Desoxydation des ersteren, da durch Sättigung mit Alkalien, bei Ausschlufs der Luft, die blaue Farbe nicht wieder hergestellt wird. Dieselbe Desoxydation läfst sich nach ihm auch mit schwefelsaurem Eisenoxydul und einigen Tropfen Ammoniak vornehmen. Man darf aber keinen Ueberschufs von diesen Stoffen nehmen, weil sonst eine Verbindung des Lackstoffs mit Eisenoxyd niederfällt. Diesen Niederschlag benutzt Hr. D. zur Darstellung einer reinen Lackmustinktur; er süfst ihn aus und zerlegt ihn durch Schwefelwasserstoffgas.

*) Barani in Gehlen's Journ. 1806, Bd. 2. S. 428. *P.*

Digitized by Google

Tab. I

Fig. 1

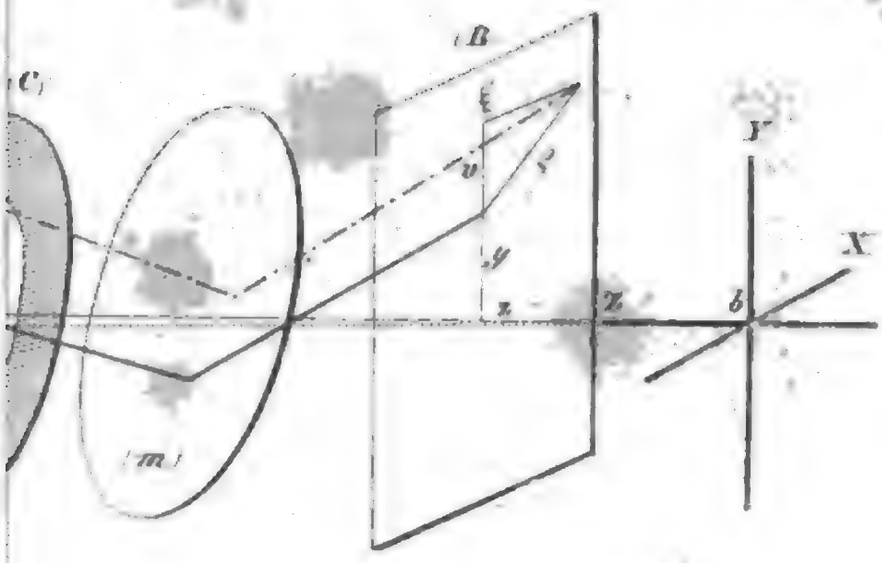


Fig. 2

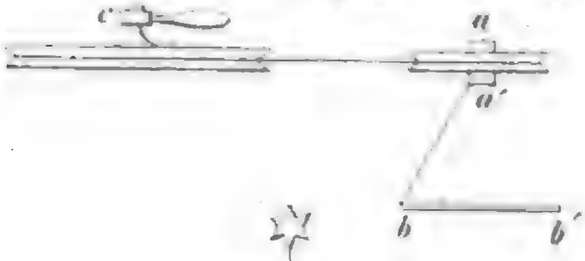
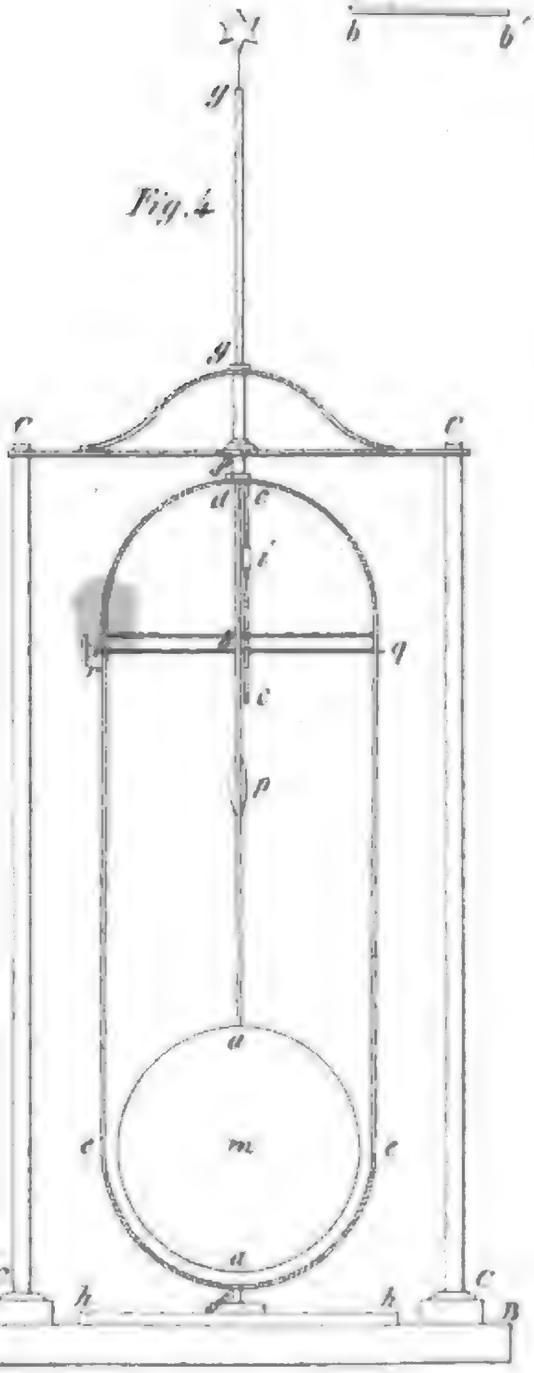


Fig. 3

Fig. 4



Digitized by Google

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, ZEHNTES STÜCK.

I. *Resultate von c. Sömmerring's Beobachtungen der Sonnenflecken* *).

Die Senckenberg'sche naturforschende Gesellschaft zu Frankfurt am Mayn gab zur Feier des Doctor-Jubiläums des Hrn. Geheimen Raths von Sömmerring, am 7. April 1828, ein Programm heraus, unter dem Titel: *De tabulis iconographicis, quibus maculae solis mensibus anni* 1826 *sex posterioribus et anni* 1827 *sex prioribus a Viro Illustrissimo S. Th. a Soemmering observatae adumbrantur, commentatus est Ludovicus Thilo. Promulgavit societas naturae curiosorum, quae Francofurti ad Moenum est, Senckenbergia, ad socii sui, V. I. a Soemmerring, quem inter fundatores colit, solemnia quinquagesima rite celebranda.* Es werden darin auf zwei Charten von der Art, wie die auf Taf. III. von den mehrjährigen Sömmerring'schen Beob-

*) Es gereicht mir zum besondern Vergnügen, den Lesern hier von dem berühmten Veteran der medicinischen Wissenschaften die Resultate einer Reihe von Beobachtungen mittheilen zu können, die in ihrer Art zu der vollständigsten gehört, welche in neuerer Zeit angestellt worden ist. Zur Ergänzung des gegenwärtigen Auszugs aus dem Programm, den ich Hrn. Prof. Thilo in Frankfurt verdanke, hat Hr. Geheime Rath v. Sömmerring überdiefs die Güte gehabt, in dem Nachtrage noch einige seiner neuesten Beobachtungen hinzuzufügen. *P.*

achtungen die von demselben im letzten Semester 1826 und im ersten Semester 1827 beobachteten Sonnenflecken dargestellt.

Die eben erwähnte, hier auf Taf. III. befindliche, Charte enthält die im jüngst verflossenen ersten Semester des Jahres 1828 von Sömmering beobachteten Flecken. Die mittelste der 7 horizontalen Linien stellt den zu einer geraden Linie ausgestreckten Aequator der Sonne, die drei parallelen Linien auf beiden Seiten dieses Aequators stellen Parallelkreise desselben von 10 zu 10 Graden, also stellt das Ganze diejenige 60 Grade breite Zone um die Sonnenkugel vor, in welcher fast ausschliefslich die Flecken wahrgenommen werden.

Die erste verticale Linie, die oben und unten mit 0 (d. i. Null) bezeichnet ist, ist der Bogen eines Sonnen-Meridians, welcher durch denjenigen Punkt des Sonnen-Aequators geht, dem um Mitternacht zwischen dem 30. Juni und 1. Juli 1826 (als dem Anfange der in dem erwähnten Programm dargestellten Beobachtungen) unsere Erde culminirte. Setzt man die wahre Umdrehungszeit der Sonne um ihre Axe, nach La Lande (*Astronomie par La Lande*, §. 3276.), =25 Tagen 10 Stunden, so wird die scheinbare, mit Rücksicht auf die Bewegung der Erde um die Sonne, das Jahr zu 365 $\frac{1}{4}$ Tagen angenommen, =27 Tagen 7 Stunden, 37′ 22″. Vom Anfange des 1. Juli 1826 bis zum Anfange des 1. Jan. 1828 hat der gedachte Punkt des Sonnen-Aequators 19 scheinbare Umläufe und noch 296° 26′ zurückgelegt. Ein Flecken, der dann auf der Mitte seiner von der Erde aus gesehenen Bahn befindlich war, würde auf unserer Charte auf den 296sten Grad der Länge gekommen, und mit der Zahl 20 (als ein Flecken der 20sten Umlaufs-Periode seit dem 1. Juli 1826) bezeichnet worden seyn. Bis zum 24. Febr. wurden dieses Jahr wegen des trüben Himmels keine Sonnenflecken beobachtet. Der am 24. Februar 1828 beobachtete Flecken fällt in die 23ste Um-

ized by Google

laufs-Periode, und ist der mit 23 bezeichnete zwischen dem 70sten und 80sten Grade der Länge. Die am Ende des Juni beobachteten Flecken fallen in die 27ste Periode. Wenn Flecken einer späteren Periode mit den Flecken einer früheren mehr oder weniger zusammengefallen waren, so wurden, für nördliche Flecken oben, für südliche unten, Theile des Grad-Netzes beigefügt, deren Bedeutung auch ohne nähere Erklärung leicht verstanden wird.

Die Rechnungen, die angestellt wurden, um dem Flecken seinen Ort auf der Sonne, und somit in der Charte, anzuweisen, gründen sich, aufser der schon erwähnten Annahme von 25 Tagen 10 Stunden für die wahre Rotations-Periode der Sonne um ihre Axe, noch auf die Voraussetzungen, dafs die Aequators Ebene der Sonne gegen die Ekliptik um 7° 30′ geneigt, und dafs der Knoten des Sonnen-Aequators und der Ekliptik bei 2 Zeichen 8° sey. Ueber die Art, wie die Rechnungen angestellt wurden, verweise ich auf das Programm, das man sich durch eine der hiesigen Buchhandlungen verschaffen kann.

Sömmerring hatte nie die Absicht, seine Beobachtungen der Sonnenflecken durch den Druck bekannt zu machen. Auch lag ihm das der Messung Unterworfene bei der Sache weniger nahe. Eben so hat er auch erst nach und nach das Tagebuch seiner Beobachtungen immer regelmäfsiger und vollständiger geführt. Schlechte Zeichnungen aber, die oft viele Andere von den Sonnenflecken geliefert haben, gerade als wenn Gestalt und Aussehen dieser Flecken der Beachtung nicht werth wären, haben ihn immer verdrossen. Diefs bewog ihn, in Verbindung mit seinem rühmlich bekannten Sohne, Hrn. Dr. Wilhelm Sömmerring, einen Steinabdruck von einigen in den Jahren 1825 und 1826 beobachteten und sehr genau gezeichneten Sonnenflecken zu veranstalten. Jedoch theilte er denselben nur seinen Freunden mit, die

der Arbeit ihren Beifall nicht versagten. Durch seine Aufmerksamkeit auf das Aussehen der Flecken war Sömmerring schon längst auf die Bemerkung gekommen, dafs die Fleckengruppen in ihrer, dem Aequator gewöhnlich parallelen Lage die gröfsten Flecken meist an ihrem vorausgehenden Ende haben. Es freute ihn, dieselbe Bemerkung durch Capocci in Schumacher's astronomischen Nachrichten, Jahrgang 1827, S. 319., gemacht zu finden. Sömmerring nannte diesen gröfseren Flecken am Anfange der Gruppe den *antesignanus* der Gruppe. Solche *antesignanos* sieht man z. B. in der auf Taf. III. befindlichen Charte an den Fleckengruppen der 25sten Periode zwischen dem 280sten und 320sten Grad der Länge, der 23sten Periode zwischen dem 220sten und 260sten Grad der Länge u. s. w. Umgekehrt, was sich doch selten ereignet, ist bei der Gruppe der 25sten Periode zwischen dem 140sten und 160sten Grad der Länge der hinterste Flecken der gröfste.

Es war eine besondere Freiheit, die sich der Unterzeichnete nahm, Sömmerring's zu andern Zwecken angestellte Beobachtungen in eine oder mehrere Charten einzutragen, woraus sich eine anschaulichere Kenntnifs über die Wiederkehr der Flecken und über die fleckenreicheren Gegenden der Sonne erhalten liefs. In der That zeigte sich auch sogleich bei der Betrachtung der dem Programm beigefügten Charten, dafs, obgleich nur in einer beschränkten Zone, zu beiden Seiten des Aequators Flekken wahrgenommen werden, doch der Aequator selbst fast frei von Flecken ist. Dasselbe zeigt sich auch sogleich wieder auf der Taf. III. befindlichen Charte vom ersten Semester 1828. Es schien der Mühe werth, die Bemerkung auch durch ältere Beobachtungen zu bestätigen. La Lande giebt in seiner *Mémoire sur les taches du soleil et sur sa rotation* (*Mém. de Paris* 1776, *p.* 487.) eine Tabelle über die von Scheiner und Hevel beobachteten Flecken, nebst der Zeit, wann sie durch

die Mitte der Sonne gingen, und ihrer Abweichung vom Aequator der Sonne. Da es oft zweifelhaft ist, wie viele Flecken man zu derselben Gruppe zählen, und ob man eine Gruppe für einen oder mehrere Flecken rechnen solle, so wurden, der gröfseren Unpartheilichkeit wegen, die Flecken gerade so genommen, wie sie in der La Lande'schen Tafel bestimmt sind. Theilt man die ganze Fleckenzone in kleinere Zonen von drei Graden Breite ein, und rechnet man die Flecken, die auf der Gränze zwischen zwei Zonen liegen, als zu beiden Zonen gehörige Hälften, so erhält man für die Scheiner'schen Beobachtungen folgende Zahlen:

	Nördliche Flecken	Südliche Flecken.
Zwischen 0 und 3° Breite	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
- 3 - 6 -	$2\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$
- 6 - 9 -	$3\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$
- 9 - 12 -	3	$9\frac{1}{2}$
- 12 - 15 -	9	20
- 15 - 18 -	11	10
- 18 - 21 -	12	$1\frac{1}{2}$
- 21 - 24 -	8	0
- 24 - 27 -	1	1
- 27 - 30 -	0	0

In einem Zeitraum von mehr als 2 Jahren, in welchem Scheiner beobachtete, vom Dec. 1624 bis Jun. 1627, war aus der Zahl von 123 Flecken nur einer, am 14. Jul. 1625, auf dem Aequator selbst, oder in gröfserer Nähe desselben gelegen. Die nächsten Flecken auf beiden Seiten waren der vom 3. März 1626 auf $3\frac{1}{3}$° nördlicher, und der vom 12. Nov. 1625 auf $3\frac{1}{2}$° südlicher Breite, so dafs eine ungefähr 7 Grad breite Zone fast ganz frei von Flecken war. Theilt man das Ganze in drei Zonen, eine jede von 15 Graden, ein, in die südliche von 19° bis 4°, in die mittlere von 4° südlich bis 11° nördlich, und in die nördliche von 11° bis 26°,

so zählen wir unter den von Scheiner beobachteten Flecken

in der südlichen Zone	70 oder 71
in der mittleren -	8 oder 9
in der nördlichen -	42 oder 43

Die Beobachtungen von Hevel und Sömmerring geben zwar nicht in demselben Grade die Gegend des Aequators leer an Flecken; aber immer bestätigen sie die Bemerkung, dafs in der Nähe des Aequators ungleich viel weniger Flecken wahrgenommen werden, als in einiger Entfernung auf beiden Seiten desselben.

L. Thilo.

Nachtrag. Die Zeichnung, Taf. IV., versinnlicht, einigermafsen, das merkwürdige Ansehen der Sonne am 17. August 1828.

Unter anderen liefert sie einen deutlichen Beweis von Prof. Thilo's interessanter Bemerkung: dafs nämlich der Aequator der Sonne fleckenlos erscheint. Meines Wissens ist diese Bemerkung neu.

Sie zeigt, dafs man füglich eine *südliche* und eine *nördliche*, dem Aequator parallele Fleckenzone unterscheiden könne.

Dafs folglich dadurch die Sonne ein dem Jupiter ähnliches Ansehen erhält.

Dafs am 17. Aug. d. J. die *südliche Zone* an Flekken reicher, als die *nördliche Zone*, erschien.

Dafs diese Zonen im August einen mit der Convexität gegen Süden gerichteten Bogen bilden.

Dafs in den meisten Gruppen, gewöhnlich der vorderste Flecken, zugleich auch als der gröfste im Umfange erscheint. Hier, in fünf von denselben.

Dafs die Vertiefung oder der Halbschatten am vordersten Rande meistens am schärfsten begränzt erscheint.

Der mit *die undecimo* bemerkte Flecken war im

Digitized by Google

August in seiner neunten diesjährigen Sichtbarkeits-Periode begriffen. Es ist der nämliche, welchen *The Literay gazette* (N. 598., Juli 5., p. 425.) am 24. Junius zunächst dem Wort *East* abbildet.

Die in No. 248. der Frankfurter Zeitung ausgesprochene Vermuthung, dafs der Sonnenflecken in der *nördlichen Zone*, dessen *neunte diesjährige* Erscheinung am 3. Sept. begann, dreizehn Tage lang sichtbar bleiben werde, traf so richtig zu, dafs er nebst andern, vor und hinter ihm befindlichen, kleineren Flecken täglich bis zu seiner gestrigen Wegwendung wahrgenommen wurde.

Ob dieser vorzügliche Flecken, nach vierzehntägiger Unsichtbarkeit, vom 29. Sept. an zum *zehntenmale* wieder dreizehn Tage lang sichtbar bleiben werde, läfst sich nicht mit gleicher Wahrscheinlichkeit, wie am 13. Juni in No. 166., 11. Juli in No. 195., 7. Aug. in No. 221., 19. Aug. in No. 233., und 3. Sept. in No. 248. (derselben Zeitung), voraussagen, weil sein Umfang kleiner und sein Kern getheilt zu werden schien. In der *südlichen Zone* zeigen sich seit dem 9. Sept. *drei* eben so grofse Flecken.

S. Th. von Sömmerring.

II. *Mineralogische Beschreibung der Manganerze; von Wilhelm Haidinger.*

(Die gegenwärtige Abhandlung bildet eine Erweiterung derjenigen, welche in diesen Annalen, Bd. 83. S. 225, mitgetheilt ist. Um Wiederholungen zu vermeiden, sind daher hier nur die Nachträge beibehalten, welche jener ältern Abhandlung zur Vervollständigung dienen, und zur Kenntnifs dieser wichtigen Classe von Mineralien wesentlich sind. Diese und die folgende Abhandlung des Hrn. Dr. Turner sind übrigens in den *Transactions of the Royal Society of Edinburgh f.* 1827 erschienen, und dem Herausgeber, in einem besonderen Abzuge, von Hrn. Haidinger mitgetheilt worden.)

Die mineralogische Bestimmung derjenigen Species, deren Hauptbestandtheil Mangan ausmacht, ist lange Zeit

hindurch von der Genauigkeit entfernt gewesen, welche die von andern Species, deren chemische Zusammensetzung besser ausgemittelt worden, längst erreicht haben. Vor zwei Jahren habe ich in einer Abhandlung, betitelt: »*On the Crystalline Forms and Properties of the Manganese-ores*,« die genauesten Data bekannt gemacht, welche ich damals, theils aus mineralogischen Werken, theils durch eigene Beobachtungen, sammeln konnte. Bei der gegenwärtigen Beschreibung habe ich die Berichtigungen benutzt, welche Hr. Prof. Gustav Rose bei der Uebersetzung jenes Aufsatzes in Poggendorff's Annalen angebracht hat; auch habe ich die Beschreibung derjenigen Species hinzugefügt, welche aus wasserfreiem Manganhyperoxyd besteht, und welche sich durch die Verschiedenheit ihrer Eigenschaften von allen übrigen als eine selbstständige Species ergiebt, was auch sonst die Art ihrer Bildung mag gewesen seyn.

Es ist mit beträchtlichen Schwierigkeiten verknüpft, die von den ältern Mineralogen gebrauchten Synonyme zu ordnen; denn die Namen: Grau-Manganerz, Schwarz-Manganerz und andere ähnlicher Art, sind fast immer ohne Unterschied auf jede der Species, oder wenigstens auf die häufigst vorkommenden, übertragen worden. Ich habe in dieser Hinsicht die mineralogischen Handbücher auf's Neue verglichen, und die Synonyme so genau als möglich gegeben. Die von Haüy habe ich indefs ausgelassen, weil dieser Autor, obgleich bei Bestimmung regulärer Formen von grofser Authorität, doch gerade bei den Manganerzen sehr unvollständig ist. Hinsichtlich der unbestimmbaren Varietäten, wie z. B. des schwarzen Wads und andern, habe ich es für das Rathsamste gehalten, sie ganz aus der Beschreibung fortzulassen, da ihre Beziehung zu den übrigen nicht ganz klar ist, und überdiefs Hr. Dr. Turner sie keiner chemischen Untersuchung unterworfen hat.

Die hier beschriebenen Species gehören zu der Gat-

tung Manganerz des Mohs'schen Systems, und demgemäfs sind sie mit systematischen Namen versehen. Keine von ihnen ist aber bis jetzt mit einem guten Trivialnamen belegt, denn die gebräuchlichen Namen spielen im Allgemeinen nur in einer unvollkommnen und fehlerhaften Weise auf die chemische Zusammensetzung der Species an. Die, welche ich hier vorschlage, haben wenigstens die wesentliche Eigenschaft aller guten Trivialnamen, dafs sie aus einem einzigen Worte bestehen; und obgleich ich weifs, dafs man sich eine grofse Authorität anmafst, wenn man alten Species solche Namen beilegt, so glaube ich doch, dafs die mit diesen Benennungen verknüpften Vortheile jede Bedenklichkeit hinsichtlich ihres Gebrauchs beseitigen werden.

Hinsichtlich der Fundorte, die in den mineralogischen Werken gröfstentheils unvollständig und fehlerhaft angegeben sind, verdanke ich das Meiste der Benutzung mehrer öffentlichen und Privat-Sammlungen in Deutschland und England, so wie der mündlichen Belehrung vieler meiner mineralogischen Freunde.

I. Prismatoïdisches Manganerz. *Manganit.*

Synonyme: Grau-Braunstein, zum Theil, Hausmann's *Handbuch*, S. 288. — Grey-Manganese-ore, zum Theil, Jameson, *System of Mineral.* Vol. III. p. 252. — Grey Oxide of Manganese, zum Theil, Phillip's, *Elementary Introduct. to the Knowledge of Min.* p 243. — Prismatoïdisches Manganerz, Mohs, *Grundrifs*, Vol. II. p. 488. — Prismatoïdal Manganese-ore, Mohs, *Translation*, Vol. II. p. 419. — Id. Haidinger, *Edinb. Journ. of Scienc.* Vol. IV. p. 41. — Gewässertes Mangan-Hyperoxydul, Leonhard, *Handbuch*, p. 239.

Grundgestalt. Wie früher angegeben eine ungleichschenkliche, vierseitige Pyramide, bei der
a:b:c = 1:√3,37:√2,4. (Fig. 1. Taf. III. B. 83.)

Einfache Gestalten. Aufser den 12 bereits angeführten, noch: P — ∞ (*o*) (Fig. 1. Taf. V.).

Combinationen. Aufser den beiden schon angeführ-

Digitized by Google

ten: 1) $P-\infty . P+\infty$ (Fig. 1. Taf. V.). 2) $P-\infty . P+\infty . (\breve{P}r+\infty)^5$ (Fig. 2. Taf. V.). 3) $\bar{P}r . P+\infty (\breve{P}r+\infty)^5$ (Fig. 3. Taf. V.). Die letztere ist die häufigste und zugleich die einfachste von allen Varietäten dieser Species.

Bemerkungen. Der Name *Manganit*, den ich für diese Species vorgeschlagen habe, ist ihr in Bezug auf das Metall gegeben, welches sie vorzugsweise gegen die andern Species enthält, da sie am häufigsten gut auskrystallisirt in der Natur vorkommt.

Der Manganit kommt an wenig Orten vor. Er wird in grofser Menge, und oft schön auskrystallisirt, in den Mangangruben von *Ihlefeld* am Harz gefunden, wo er in Gängen, die den Porphyr durchsetzen, vorkommt. Dünne Krystalle und Massen, die aus stänglichen Individuen bestehen, geben, wenn man sie zur Untersuchung der Farbe ihres Strichs auf einer Biscuitplatte reibt, oft zuerst ein schwarzes Pulver, und die charakteristische braune Farbe erscheint erst, wenn man beträchtliche Mengen von dem Ganzen zerrieben hat. Zu Ihlefeld kommt der Manganit mit Kalkspath, und besonders mit Schwerspath vor. Die untersuchten Proben, nach welchen auch die Fig. 2—7. Taf. III. Bd. 83. gezeichnet wurden, kommen zu Ihlefeld vor, und sind vom Dr. Turner von daher mitgebracht. Dieselbe Species kommt zu *Granam* in *Aberdeenshire* in Gneis vor, denselben hin und wieder in kleinen, unregelmäfsigen Gängen durchsetzend und mit Quarz gemengt. Eben so wird sie auch zu *Christiansand* in Norwegen, und zu *Undenaes* in Westgothland gefunden. Ein derber Manganit, bestehend aus kleinen nadelförmigen Krystallen mit vielen drusigen Zwischenräumen, kommt in Neu-Schottland vor.

II. Pyramidales Manganerz. *Hausmannit.*

Synonyme: Blättricher Schwarz-Braunstein. Hausmann. p. 293. *Foliated Black Manganese-ore*, Jameson, Vol. III. p. 263. — *Black Manganese*, Phillips, p. 381. — Pyramidales Manganerz, Mohs, Vol. II. p. 484. — *Pyramidal Manganese-ore*, Mohs, *Translat.* Vol. II. p. 416. — Id. Haidinger, *Ed. Journ. of Sc.* Vol. IV. p. 46. — Schwarz Manganerz, Leonhard, p. 760.

Grundgestalt, einfache Gestalten, Combinationen, Theilbarkeit, Härte, Glanz u. s. w., Alles wie angegeben.

Hrn. Prof. Hausmann zu Ehren, haben Dr. Turner und ich für diese Species den Namen *Hausmannit* vorgeschlagen. Der Hausmannit ist bis jetzt auf die Porphyrformation von Ihlefeld eingeschränkt. Er kommt daselbst in einem besondern Gange vor, wie es vom Prof. Gustav Rose bemerkt worden ist.

III. Untheilbares Manganerz. *Psilomelan.*

Synonyme. Dichter Schwarz-Braunstein, Hausmann, S. 295. *Compact and Fibrous Black Manganese-ore, or Black Hematite*, Jameson, Vol. III. p. 261. 262. — *Black Iron-ore*, Phillips, p. 232. — Untheilbares Manganerz, Mohs, Vol. II. p. 486. *Uncleavable Manganese-ore*, Mohs, *Transl.* Vol. II. p. 418. — Id. Haidinger, *Edinb. Journ.* Vol. IV. p. 47. — Schwarz-Eisenstein, Leonhard, p. 734.

Bemerkungen. Der Name »*Psilomelan*,« *ψιλὸς*, *glatt* oder *nackt*, und *μελὰς*, *schwarz*, ist gebildet in Bezug auf die schwarze Farbe und die glatten hämatitischen Formen dieses Minerals. Er ist eine fast wörtliche Uebersetzung von einem der gewöhnlichsten Namen, mit denen man im Deutschen diese Species belegt hat, nämlich von dem Namen: *schwarzer Glaskopf*, der, obgleich die Schreibart das Gegentheil anzudeuten scheint, sicherlich eher *Glatzkopf* als *Glaskopf* heifsen soll.

Diese Species ist unter den Manganerzen eine sehr gewöhnliche. Das analysirte Exemplar stammt von Schnee-

berg in Sachsen her, und stimmt vollkommen mit der im Bd. 83. S. 234. d. Ann. gegebenen Beschreibung. Es besteht aus abwechselnd mehr oder weniger glänzenden Schichten, die nierenförmige Schalen bilden. Das specifische Gewicht der Stücke, welche einen stärkeren Glanz besitzen, ist = 4,004, während es bei den Stücken, welche keinen Glanz und einen unebenen Bruch besitzen, 4,079 beträgt.

Der Psilomelan wird gewöhnlich von prismatischem Manganerz, und oft in einer sehr sonderbaren Weise, begleitet. Beide kommen in traubenförmigen, nierenförmigen und stalaktitischen Gestalten vor, häufig abwechselnd mit einander in Schichten von verschiedener Dicke. Exemplare der Art finden sich zu Knorrenberg, im District Kirchen, in der Grafschaft Sayn, an mehreren Orten im Westerwalde, zu Schwarzenthal in Böhmen, und zu Arzberg in Baiern. Häufiger geschieht es, dafs die beiden Species weniger regelmäfsig mit einander gemengt sind, oder dafs sie der Länge nach an einander liegen, und dünne krystallinische Portionen vom Pyrolusit Ramificationen bilden in den traubenförmigen und stalaktitischen Massen vom Psilomelan. Ausgezeichnet schöne Beispiele dieser Art kommen in den Gruben Siebenbrüder und St. Johannes bei Langenberg, im Grubendistrict von Annaberg in Sachsen, vor, eben so zu Conradswaldau und Neukirchen in Schlesien. Verschiedene Orte in den westlichen Provinzen Preufsens sind reich an den schönsten kolbenförmigen, stalaktitischen und traubenförmigen Exemplaren des Psilomelans, wie z. B. die Eisengruben von Hollert; eben so in der Grafschaft Hanau in Hessen, vorzüglich zu Pfaffenseifen und Bieber. Im sächsischen Erzgebirge ist es ein sehr gemeines Mineral, vorzüglich in den Gängen von rothem Eisenstein, welche Gneis durchsetzen. Es kommt auch zu Schimmel und andern Gruben bei Johann-Georgenstadt vor, zu Raschau, zu Vater Abraham bei Scheibenberg, zu Spitzleite bei Schnee-

Digitized by Google

berg, und andern Orten. Von einer Varietät habe ich den Fundort nicht erfahren können; es sind Afterkrystalle in Gestalt des Flufsspath-Octaëders, und befinden sich gegenwärtig in der K. Sammlung in Berlin, wohin sie Hr. Ström im J. 1813 gebracht hat. Der Psilomelan ist auch zu Reinwege in Gotha, und zu Ilmenau in Weimar gefunden, auch im Gebiete des ehemaligen Erzbisthums Trier und in der Oberpfalz. Er kommt auch zu Busau, bei Jessenitz in Mähren, in Nieren im Kalkstein, vor, und diese Varietäten haben besonders einen starken Glanz. Hr. Partsch hat ihn auch von Arschitza, bei Jacobeni, in der Bukowina, mitgebracht. Zu Rhoniz in Ungarn kommt er mit braunem Hämatit vor. Zu Vondernberg in Steyermark hat Hr. Prof. Riepl den Psilomelan in einem Gange gefunden, der zersetzten Eisenspath durchsetzt. Zu Arzberg in Bayreuth erscheint er ebenfalls als das Product der Zersetzung derselben Substanz, und bedeckt die Oberflächen der Höhlungen, die von den ursprünglichen Rhomboëdern der Substanz in Quarz zurückgelassen sind. In England sind die Fundorte des Psilomelans: Restormel und Upton Pine bei Exeter in Devonshire, und Cornwall.

IV. Brachytypes Manganerz. *Braunit.*

Synonyme. *Brachytypous Manganese-ore*, Haidinger, *Edinburgh J. of Scienc. Vol. IV. p.* 48. — Brachytypes Manganerz, Leonhard, p. 759.

Bemerkungen. Den Namen *Braunit* haben wir, Dr. Turner und ich, zu Ehren unsers beiderseitigen Freundes Hrn. Kammerrath Braun zu Gotha vorgeschlagen, welchen wir beide eine Anzahl von Exemplaren dieser Species verdanken, auf welche diese mineralogische und chemische Untersuchung gegründet worden ist.

Der *Braunit* ist, sowohl krystallisirt als derb, zu Oehrenstock bei Ilmenau, zu Elgersburg, Friedrichsroda, und andern Orten in Thüringen, in Adern im Porphyr,

Digitized by Google

gefunden, gemeinschaftlich mit Pyrolusit und Psilomelan. Zu Leimbach in der Grafschaft Mansfeld ist er, vom Prof. Hoffmann in Halle, in octaëdrischen Krystallen gefunden, in Höhlungen von Quarz, die ursprünglich von einer andern Substanz ausgefüllt gewesen scheinen. Die Stücke wurden aus Massen aufgelesen, die Behufs der Ausbesserung der Wege zerschlagen worden waren. Er kommt auch zu St. Marcel in Piemont vor. In Hrn. Allan's Cabinet ist Wunsiedel in Bayreuth als Fundort der Varietäten, Fig. 16. und Fig. 18. Taf. III. Bd. 83., angegeben. Diese Angabe scheint mir aber sehr problematisch, weil ich unter einer sehr grofsen Menge von Exemplaren, die ich in verschiedenen Sammlungen gesehen, nicht eins von jenem Orte angetroffen habe, und die Stücke in jenem Cabinette das Ansehen der aus den thüringschen Gruben besitzen.

V. Prismatisches Manganerz. *Pyrolusit* *).

Synonyme. Grau-Braunstein, zum Theil, Hausmann, S. 288. Faseriger Schwarz-Braunstein, id. S. 293. *Grey Manganese-ore*, zum Theil, Jameson, Vol. III. p. 252. — *Grey Oride of Manganese*, zum Theil, Phillips, p. 243. — Manganhyperoxyd, Leonhard, S. 240.

Gestalt und Theilbarkeit gehören wahrscheinlich zum prismatischen Systeme; die Theilbarkeit findet in mehreren Richtungen statt.

Glanz metallisch. Farbe eisen-schwarz; in sehr zarten, säulenförmigen Zusammensetzungen wird die Farbe bläulich, und der Glanz unvollkommen metallisch. Strich schwarz. Opak.

Etwas milde. Härte $=2{,}0 \ldots 2{,}5$. Specif. Gewicht $=4{,}94$, bei einem Exemplare von Elgersburg, und einem andern von unbekannter Herkunft $=4{,}819$, nach Dr. Turner.

Zusammengesetzte Varietäten, — Nierenförmige Scha-

*) Diese Species ist neu hinzugekommen. *P.*

Digitized by Google

len. Sowohl die stängelige als die körnige Zusammensetzung, besonders aber die erste, ist oft von Individuen begleitet, die strahlenförmig von gemeinschaftlichen Mittelpunkten auslaufen.

Bemerkungen. Der Name *Pyrolusit* bezieht sich auf die Eigenschaft, vermöge welcher diese Species für die schätzbarste unter den übrigen gehalten wird. Er ist abgeleitet von *πῦρ*, *Feuer*, und *λούω*, *ich wasche*, weil er wegen der grofsen Menge von Sauerstoffgas, die er in der Rothglühhitze giebt, angewandt wird, um Glas von der durch kohlige Substanzen oder Eisenoxydul erzeugten braunen und grünen Farbe zu befreien. Der käufliche Braunstein ist daher aus diesem Grunde, drollig genug, von den Franzosen *le savon des verriers*, oder *le savon du verre* genannt worden.

Es leidet keinen Zweifel, dafs nicht der Pyrolusit eine eigene Species ausmache, sobald wir nur erwägen, wie deutlich er sich von den übrigen durch seine Härte, Festigkeit u. s. w. unterscheidet; wenn gleich auch reguläre Gestalten von ihm noch unbekannt sind. Vor einiger Zeit habe ich mich bemüht, Krystalle oder theilbare Massen von dieser Substanz zu sammeln; allein es ist mir nicht gelungen, eine zur Messung taugliche Probe zu erhalten. Hr. v. Leonhard hatte die Güte mir einige Krystalle von der Grube Tiefe Kohlenbach, bei Eiserfeld im Siegenschen, mitzutheilen, welche die Gestalt Fig. 4. Taf. V. besafsen, unebene Flächen hatten und einen schwarzen Strich lieferten. Sie bilden einen Ueberzug auf den nierenförmigen Gestalten des untheilbaren Manganerzes. Professor Gustav Rose hatte ein ähnliches Exemplar aus derselben Quelle erhalten; durch einige annähernde Messungen, welche indefs nichts weniger als entscheidend waren, fanden wir die Neigung von *a* zu *a*, über die kleine Fläche *b*, $=86^{\circ}\,20'$. Die Flächen des horizontalen Prisma's *d* ertrugen durchaus keine Messungen. Es ist eine Theilbarkeit parallel *a* und *b* vorhanden, aber

Digitized by Google

keine sehr vollkommene. Unter den Formen des Manganits ist kein der Axe paralleles Prisma, welches dem eben erwähnten nahe kommt, obgleich an diesem die Winkel nur sehr roh gemessen werden konnten. Die Krystalle können daher, was auch die Meinung vom Prof. G. Rose ist, wirklich als Typus der Species Pyrolusit betrachtet werden. Ich habe Krystalle von der Form des Manganits beobachtet, die den characteristischen braunen Strich nur mit ihren innern Theilen geben, während dagegen die äufseren einen schwarzen Strich lieferten. Diefs kann indefs das Resultat einr von denjenigen Umänderungen der Substanz seyn, bei denen die Form dieselbe bleibt, wovon ich früher ausführlich geredet habe *). Es kann indefs auch einer von den sonderbaren Fällen seyn, wo zwei Species, von verschiedener Form, eine regelmäfsige Zusammensetzung mit einander eingehen, wie es der Fall ist mit Feldspath und Albit, Disthen und Staurolit, und mehreren andern. Ich habe viele solcher Fälle beobachtet, und denke sie künftig einmal ausführlicher zu beschreiben.

Wie Hr. Gmelin gefunden, ist der Pyrolusit Manganhyperoxyd. Die meisten mineralogischen Werke enthalten nur eine Species, und in der Beschreibung derselben sind die Gestalten und die Farbe vom Manganit, die Härte und der Strich aber vom Pyrolusit gegeben.

Der Pyrolusit ist die gemeinste, und, wegen der grofsen Menge des darin enthaltenen Sauerstoffs, zugleich die nützlichste. Es ist dasjenige Erz, welches in öconomischer Hinsicht eigentlich Manganerz genannt wird, und welches man weit und breit, doch nicht ausschliefslich, in vielen Ländern verarbeitet. Die hauptsächlichsten Gruben sind die alten zu Ilmenau, Friedrichsroda, Reinwege, Elgersburg und andern Orten in Thüringen. Fast alle Varietäten, besonders die zusammengesetzten, körnigen und

*) Dies. Ann. Bd. 87. S. 374.

Digitized by Google

und säulenförmigen, werden hier gefunden, und zwar aus Individuen von allen Gröfsen bestehend. Hier, zu Oehrenstock, bei Ilmenau, werden auch die sonderbaren Gestalten von parasitischer Bildung gefunden, welche selbst die geringsten Eigenthümlichkeiten der Krystallisation des Kalkspaths zeigen, aber aus einem Gewebe von Pyrolusitkrystallen bestehen, und in eine Masse von gleicher Art eingewachsen sind. Aus den Gruben von Ehrensdorf, bei Mährisch Triebau, in Mähren, werden, seit ihrer Entdeckung im J. 1798, jährlich viele tausend Centner eines vortrefflichen Erzes gewonnen. Zu Ehrensdorf kommt der Pyrolusit in grofsen Nieren oder Massen vor; in welchem Gestein aber, konnte ich nicht erfahren. Er sieht den thüringischen Varietäten ähnlich. In Thüringen bildet er Gänge im Porphyr, und wird oft von Schwerspath begleitet. Es ist merkwürdig, dafs bis jetzt kein Pyrolusit zu Ihlefeld am Harz gefunden wurde; wenigstens enthalten alle von mir untersuchten Sammlungen keine Spur von demselben, wenn wir dünne Massen in Porphyr, und dünne, sichtlich die Form des Manganits besitzende Krystalle ausnehmen, deren obere Schichten einen schwarzen Strich liefern; ein Umstand, der noch keine genügende Erklärung gefunden hat.

Der Pyrolusit ist oft das Product der Zersetzung des Spatheisensteins, dessen kohlensaures Eisenoxydul durch die natürlichen Agentien in Oxydhydrat verwandelt worden ist, während der Kalk, den er zufällig enthält, sich in Gestalt von Kalkspath oder Arragonit abgesetzt hat, und das Mangan die Oberfläche der zersetzten Rhomboëder der ursprünglichen Species oft in Gestalt kleiner Krystalle bedeckt. Auf diese Weise trifft man ihn in den Gruben von zersetztem Spatheisenstein, in Lagern im Gneis, zu Hüttenberg in Kärnthen, zu Schmalkalden in Hessen, und an andern Orten. In gleicher Weise wird es auch in den Grafschaften Sayn, Siegen, Salm und Hamm gefunden, in, Thonschiefer durchsetzenden, Gängen von

Spatheisenstein, welche in den oberen Schichten zersetzt sind, und dann viel braunen Hämatit enthalten. Die Fundorte sind hauptsächlich Friedewald und Knorrenberg, im Districte Kirchen, in Sayn; Streitberg, bei der Stadt Siegen, und Horhausen und Herdorf, im Siegenschen; Berge in Salm; die Grube Huth bei Hamm. Eine der Varietäten von Horhausen ist besonders merkwürdig, wegen der Zartheit der Fibern, welche oft in kleinen Büscheln, in Geoden von braunem Hämatit, abgelagert sind, und welche sehr den faserigen Varietäten des primatoïdischen Antimonglanzes (Grau-Spiefsglanzerzes) ähnlich sehen. Exemplare von denselben befinden sich in der K. Sammlung zu Wien, und in der des Hrn. Struve in Hamburg. Weyer in der Grafschaft Wied-Runkel, Hirschberg bei Ahrensberg, und Bendorf am untern Rhein, werden ebenfalls als Fundorte von vortrefflichen Exemplaren des Pyrolusits genannt. Krettnich an der Blies, westlich vom Rhein, ist ebenfalls ein seiner Fundorte. Aehnliche Varietäten kommen in den Eisengruben von Bayreuth vor, wie zu Armenhülfe bei Schnarchenreuth, und zu Arzberg, in denen von Platten, z. B. in Hilfe Gottes, und von Schwarzenthal in Böhmen, in denen von Johanngeorgenstadt, Eubenstock, Langenberg, und andern in Sachsen, eben so zu Reinerz in der Grafschaft Glatz, und zu Conradswaldau in Schlesien.

Die schönsten Krystalle des Pyrolusits kommen zu Schimmel und Osterfreude bei Johanngeorgenstadt vor, und zu Hirschberg in Westphalen. Diese bestehen hauptsächlich aus kurzen dicken Prismen, welche oft wie Fig. 2 Taf. V., oder beinahe so aussehen, und an den Enden in zahlreichen Fasern auslaufen. Grofse platte Krystalle von besonderer Schönheit, die sich in scharfen, verlängerten Pyramiden endigen, aber gekrümmte Flächen besitzen, kommen zu Macskamezö, bei Magyar Lopos, südlich von Kapnick in Siebenbürgen vor, in Geoden von braunem Hämatit und begleitet von Quarzkrystallen. Diese

Digitized by Google

Varietät wird in einem dicken, aber nicht sehr grofsen, Lager von Brauneisenstein im Gneis gefunden. Eine ähnliche findet sich in einer ähnlichen Lage zu Gyalár bei Vayda Huniad in demselben Lande. Theilbare Individuen von beträchtlicher Gröfse findet man bei Goslar am Harz, am sogenannten Gingelsberg bei Rammelsberg. Sie liegen in kleinen Gängen von Quarz und Kalkspath im Thonschiefer, vorzüglich wo diese einander durchkreuzen. Deutliche, doch kleine, Krystalle finden sich in vielen Gruben des westlichen Deutschlands, z. B. zu Tiefe Kohlenbach in Siegen; noch kleinere sind, in Begleitung von grauem Quarz, vor einigen Jahren in den Palffy'schen Eisengruben zu Haerethof bei Frohstorf in Oestreich gefunden. Sehr kleine Krystalle kommen, eingelagert in Schichten von schwarzem Wad, und mit ihnen abwechselnd, in Bayreuth vor. Eine den deutschen sehr ähnliche Varietät findet sich, in ähnlichen Lagerstätten, in der Grube Antonio Pereira bei Villa Ricca in Brasilien, zusammen mit braunem Hämatit und Psilomelan, in Thonschiefer, welcher, nach Hrn. Dr. Pohl, aus der Zersetzung von Spatheisenstein entstanden ist.

Kleiner körniger Pyrolusit findet sich zu Skidberget, im Kirchspiel Lepand in Dalekarlien in Schweden. Aber die Individuen sind oft sehr klein, und erscheinen in Gestalt einer schwarzen, rufsigen Substanz. Solche werden häufig in den Eisengruben von Raschau und andern Orten in Sachsen gefunden, auch zu Platten und andern ähnlichen Lagerstätten im nördlichen Böhmen; zuweilen schliefsen sie kleine Kugeln und nierenförmige Massen von rothem Hämatit oder rothem Eisenocker ein. Dasselbe pulverförmige Oxyd trifft man zu Schladming in Steyermark, zu Felsöbanya in Ungarn, und zu Pütten in Oestreich. Dr. Pohl hat ähnliche Vorkommnisse desselben in Brasilien beobachtet, wie z. B. S. João d'El Rey, mit braunem Hämatit; an der Strafse zwischen Anta und Sta. Rita, in der Capitania von Goyaz, und zu Ban-

Digitized by

derinha do Coelho in Minas Geraes. An dem letzteren Orte schliefst es eine Menge röthlicher Nieren, oder cylindrischer und verzweigter Concretionen von verhärtetem Thon ein.

Der Pyrolusit wird, wie oben bemerkt, gemeiniglich zusammen mit dem Psilomelan gefunden, und in der That selten ohne diesen. Eine andere ihn häufig begleitende Species ist der braune Hämatit, und diese beiden Species sind, wie der Pyrolusit und Psilomelan, oft sehr sonderbar mit einander verwachsen. Zu Arzberg in Bayreuth werden Quarzkrystalle gefunden, die mit einer Schicht von braunem Hämatit überzogen sind, auf welche sich eine andere deutliche Schicht von Pyrolusit abgelagert hat. In einigen Varietäten von Berge, in der Grafschaft Salm, sind dünne Stalactiten von braunem Hämatit gleichförmig mit einer Schicht von Pyrolusit überzogen. In Massen von gröfseren Dimensionen findet man dasselbe zu Friedewalde, in der Grafschaft Sayn, und in diesen giebt die concentrische Anordnung der braunen und schwarzen Schichten von beiden Species, welche beim Bruche sichtbar wird, dem Ganzen ein besonders schönes Ansehen. In England kommt der Pyrolusit zu Upton Pine bei Exeter in Devonshire, und in Cornwall vor.

Haüy's *manganèse oxidé noir baytifère* von Romanèche, bei Macon, scheint kein einfaches homogenes Mineral zu seyn. Bei Betrachtung mit einem Vergröfserungsglase zeigen sich deutlich eine compacte und eine faserige Substanz, die mit einander gemischt sind. Die letztere, so weit es die Kleinheit der Theilchen zu entscheiden erlaubt, besitzt die Eigenschaften des Pyrolusits, dessen Farbe, Härte und allgemeines Ansehen. Auf dem frischen Bruche beschmutzt diese Verbindung die Finger, obgleich es vor der Feile eine Härte gleich 5,0 . . . 5,5 zeigt, also eine gröfsere als der Apatit. Die compacte Masse ist in nierenförmigen Gestalten zusammengehäuft, welche eine Menge Zwischenräume zeigen. Die Farbe

Digitized by Google

ist fast dieselbe, wie beim untheilbaren Manganerz, ein bläuliches oder gräuliches Schwarz, welches in eiu dunkles Stahlgrau übergeht. Der Strich ist schwarz, mit einem schwachen Stich in's Braune; die Stelle des Minerals, wo er untersucht worden ist, wird glänzend.

III. *Chemische Untersuchung der Manganerze; vom Dr. Edward Turner.*

Es war ursprünglich blofs die Absicht des Verfassers, die Zusammensetzung der von Hrn. Haidinger mineralogisch bestimmten Manganerze auszumitteln. Indefs stiegen ihm bald Zweifel auf, wie eigentlich die Analysen anzustellen und ihre Resultate zu berechnen seyen. Er beschlofs daher den anfänglichen Plan zu erweitern, um durch eigne Versuche zu ergänzen, was, seiner Meinung nach, durch die früheren Untersuchungen nicht hinlänglich begründet zu seyn schien. Dadurch ist denn die Arbeit in zwei Theile zerfallen, von denen der erste einen neuen Versuch zur Bestimmung der Atomengewichte des Mangans und seiner Oxyde, und der zweite die Analysen der erwähnten Manganerze enthält. Der erste folgt hier im Auszuge, der zweite in Uebersetzung.

I. Ueber das Atomengewicht und die Oxyde des Mangans.

Das Atomengewicht suchte der Verfasser auf dreierlei Weisen zu bestimmen, nämlich durch Zerlegung des kohlensauren Oxyduls, des schwefelsauren Oxyduls und des Chlorürs.

Das *kohlensaure* Salz war folgendermafsen bereitet. Der Rückstand von geglühtem Hyperoxyde wurde mit seinem 6fachen Gewichte gepülverter Kohle gemischt, und

Digitized by

eine halbe Stunde lang der Weifsglühhitze ausgesetzt, darauf in Salzsäure gelöst, die Lösung zur Trockne verdampft, und das entstandene Manganchlorür eine Zeit lang bei Rothglühhitze im Flusse gehalten. Nun wurde das Chlorür in Wasser gelöst, von dem wenigen Kalk, mit dem allein es verunreinigt war, durch oxalsaures Kali befreit, und dann durch doppelt-kohlensaures Kali gefällt. Der Niederschlag, nachdem er ausgesüfst, auf ein Filtrum gebracht, und von der braunen Decke, die sich an der Luft gebildet hatte, befreit worden war, wurde unter der Luftpumpe über Schwefelsäure getrocknet. Er löste sich farblos in verdünnter Schwefelsäure, und war also frei von rothem Manganoxyd.

8,805 Gran dieses kohlensauren Oxyduls, in einem Glasrohre erhitzt, gaben, mit Chlorcalcium aufgefangen, 0,742 Gran oder 8,427 Procent Wasser. 20,68 andere Gran, in verdünnter Schwefelsäure gelöst, verloren 7,18 Gran oder 34,72 Procent Kohlensäure *). Danach bestände das Salz in Hundert aus:

Manganoxydul	56,853
Kohlensäure	34,720
Wasser	8,427
	100,000.

Das Atomengewicht der Kohlensäure zu 22 annehmend, findet Hr. T. hieraus nun das des Manganoxyduls =36,024. Ob das Wasser des im Vacuo über Schwefelsäure getrockneten Salzes mechanisch oder chemisch gebunden sey, läfst derselbe dahin gestellt, doch meint

*) Die Flasche, in welcher diese Operation vorgenommen wurde, war mit einem Korkstöpsel verschlossen, durch den 2 Röhren gingen, eine, zur Aufnahme des Wassers, mit Chlorcalcium gefüllt, und die andere, bis zum Boden der Flasche hinabgehende, zur Einfüllung der Schwefelsäure bestimmt. Um alle Kohlensäure zu verjagen, wurde die Flüssigkeit zuletzt auf kurze Zeit zum Sieden gebracht.

er, dafs es sich dem Verhältnisse von 1 At. Wasser gegen 2 At. kohlens. Oxydul nähere.

Schwefelsaures Oxydul. 9 Gran Oxydul, durch Desoxydation mittelst Wasserstoffgas aus dem rothen Oxyd (Oxydul-Oxyd) bereitet, wurden in verdünnter Schwefelsäure gelöst, die Lösung in einem Platintiegel verdunstet, und der Rückstand eine halbe Stunde lang rothglühend erhalten. Es blieben 19,01 Gran schwefelsaures Oxydul 4,855 Gran, eben so behandelt, gaben 10,26 Gran schwefels. Salz. Beidemal war das trockne Salz weifs, und leicht und vollständig in Wasser löslich. Es enthielt keine freie Säure, da ein einziger Tropfen Kalilösung einen nicht verschwindenden Niederschlag in seiner Lösung hervorbrachte. Wie der Verfasser gefunden, wird beim Eintrocknen des schwefelsauren Salzes nichts mechanisch mit fortgerissen, sobald kein zu grofser Ueberschufs an Säure da ist, und eben so wenig wird es, nach ihm, beim Glühen zersetzt, sobald man die Hitze allmählig steigert; man soll es dann, ohne dafs die geringste Zersetzung eintritt, eine volle Stunde rothglühend erhalten können.

Manganchlorür. Da, nach Hrn. T., das Chlorür beim Glühen in einem offnen Rohre zersetzt wird, und es auch schwer hält, durch Hinüberleiten vom salzsauren Gase über kohlensaures Oxydul, wie Arfvedson gethan, ein reines Chlorür zu erhalten; so schlug er folgenden Weg ein. Er dampfte eine Lösung von salzsaurem Manganoxydul zur Trockne, und erhitzte den Rückstand in einem Strom von salzsaurem Gase. Das Chlorür kam bei schwacher Rothgluth in vollen Flufs, und erstarrte beim Erkalten zu einer krystallinischen blättrigen Masse von schöner Nelkenfarbe. 12,47 Gran dieses, sorgfältig gegen die Feuchtigkeit der Luft geschützten, Chlorürs wurden in Wasser gelöst, wobei kein Rückstand blieb, und durch salpetersaures Silber gefällt. Es wurden 28,42 Gr. geschmolzenes Chlorsilber erhalten. Hierin 7,008 Gran Chlor an-

Digitized by

nehmend, und das Atomengewicht des Chlors =36 setzend, findet Hr. T. das Atomengewicht des Mangans =28,06.

Aus diesen sämmtlichen Versuchen folgert Hr. Dr. T., dafs das wahre Atomengewicht des Mangans =28 sey *) (das des Sauerstoffs =8 gesetzt), und nicht =28,163, wie Berzelius es nach einem Versuche von Arfvedson festgesetzt hat. Nach diesem Versuche sind in dem Manganoxyde, auf 100 Th. Metall, 42,16 Th. Sauerstoff enthalten, während dagegen Hr. T., wie weiterhin erwähnt werden wird, darin 42,857 Sauerstoff findet.

Der Verfasser geht nun zu den Oxydationsstufen des Mangans über, worin er der Hauptsache nach mit seinen Vorgängern übereinstimmt.

Das *Oxydul* (Protoxyd) bereitet er, wie früher Forchhammer und Arfvedson, indem er Oxydul-Oxyd (rothes Oxyd), Oxyd oder Hyperoxyd in einem Strome von reinem Wasserstoffgas bis zum Weifsglühen erhitzt, und hernach darin erkalten läfst. Eine Reduction zu Metall hat man hiebei nicht zu befürchten, da das Oxydul, selbst wenn es länger als eine Stunde in voller

*) Ohne die Richtigkeit der Versuche des Verfassers bestreiten zu wollen, glaube ich, kann man die Resultate aus denselben doch einigermafsen in Zweifel ziehen. Indem Hr. T. sich nämlich bei dem Atomengewichte der Kohlensäure, der Schwefelsäure, des Silbers und des Chlors jener runden Zahlen bedient, welche die englischen Chemiker sich erlaubt haben einzuführen, legt er seinen Rechnungen Data zum Grunde, deren Zulässigkeit nichts weniger als erwiesen ist. Geht man von den von Berzelius angenommenen Atomengewichten, als den Resultaten der Erfahrung, aus; so findet sich in den Versuchen des Hrn. T. nicht die Uebereinstimmung, die man etwa erwarten sollte. Aus der Zerlegung des kohlens. Oxyduls ergiebt sich, durch die Proportion: 34,720:56,853::$\dot{C}$:$\dot{M}n$::276,437:$\dot{M}n$, Mn = 352,658; aus der Zerlegung des schwefels. Salzes, durch: 10,01:9::$\dddot{S}$:$\dot{M}n$:: 501,165:$\dot{M}n$, Mn=350,598; und aus der Analyse des Chlorürs, durch: 28,42:12,47 :: Ag Cl^2 : Mn Cl^2 :: 1794,257 : Mn Cl^2, Mn=344,626. Nach dem letzten Versuche würde Mn=27,61, wenn man H=1 setzt. *P.*

ized by Googl

Weifsglühhitze erhalten worden ist, sich ohne das mindeste Aufbrausen in verdünnter Schwefelsäure löst. Das so erhaltene Oxydul hat nach Hrn. T., wenn es sich ohne Rückstand in verdünnter Schwefelsäure löst, also frei ist von Oxydul-Oxyd, eine berggrüne Farbe, hält sich an der Luft lange unverändert, fängt bei 400° F. an Sauerstoff zu absorbiren, und nimmt in schwacher Rothglühhitze auf einmal eine schwarze Farbe an. Eine Feuererscheinung konnte Hr. T. hiebei nicht bemerken.

In Bezug auf das *Oxydul-Oxyd* (rothe Oxyd, *Oxydum manganoso-manganicum*) findet Hr. T. ebenfalls bestätigt, dafs es, sobald die Luft nur hinreichenden Zutritt hat, sich allemal bildet, wenn das Oxydul, Oxyd, Hyperoxyd oder kohlensaures Oxydul hinlänglich geglüht werden. Zerrieben hat es, nach ihm, so lange es warm ist, eine fast schwarze, wenn es aber kalt ist, eine braunrothe Farbe. Aus gefälltem Oxydul oder kohlensauren Oxydul durch mäfsiges Rothglühen bereitet, hat es einen Stich in's Gelbe.

Zur Bestimmung der Zusammensetzung dieses Oxydes stellte Hr. T. die folgenden Versuche an. 44,256 Gran des rothen Oxyds wurden eine Stunde lang in einem Strome von Wasserstoffgas der Weifsglühhitze ausgesetzt; es verlor dabei 3,153 Gran oder 7,125 Procent Sauerstoff. Aus der Gewichtszunahme, die das Oxydul beim Glühen an der Luft erlitt, fand sich, dafs das rothe Oxyd aus 93,05 Oxydul und 6,95 Sauerstoff besteht. Als 100 Th. kohlensaures Oxydul, worin nach der oben erwähnten Analyse 56,853 Oxydul enthalten sind, der Weifsglühhitze ausgesetzt wurden, entstanden 61,18 Th. rothes Oxyd, wonach also dieses aus 92,927 Oxydul und 7,073 Sauerstoff besteht. Als Mittel aus diesen Versuchen nimmt Hr. T. an, dafs das Oxydul-Oxyd aus 92,951 Oxydul und 7,049 Sauerstoff, oder aus 72,291 metallischem Mangan und 27,709 Sauerstoff besteht. Er läfst es in der Wahl, ob man es, wie Arfvedson, als eine Verbin-

Digitized by

dung von 1 Atome Oxydul und 2 At. Oxyd ($\dot{Mn}+\ddot{Mn}$), oder als eine Verbindung von 2 Atomen Oxydul und 1 Atome Hyperoxyd ($2\dot{Mn}+\ddot{Mn}$) betrachten will. Der letztern Verbindung gemäfs zerfällt, nach Hrn. T., das rothe Oxyd, wenn man es mit einem Ueberschufs verdünnter Schwefelsäure, die etwa $\frac{1}{20}$ an concentrirter Säure enthält, siedet; denn 116 Th. rothen Oxyds lieferten so, während sich eine farblose Oxydullösung bildete, einen Rückstand von 44 Th. Hyperoxyd. Hr. T. fand auch, dafs das rothe Oxyd sich in concentrirter Salzsäure zu einer dunkelrothen Flüssigkeit auflöst, die aber augenblicklich anfängt sich zu zersetzen, selbst bei 0° F., Chlor ausstöfst, und in wenig Tagen ihre Farbe gänzlich verliert.

Hinsichtlich des eigentlichen *Manganoxyds*, dessen Zusammensetzung Hr. T. übereinstimmend mit den frühheren Untersuchungen von der Art gefunden, dafs man es als eine Verbindung von 1 At. Oxydul und 1 At. Hyperoxyd ansehen kann, bemerkt derselbe, dafs es durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure auch in diese beiden Oxydationsstufen zerfalle, und dafs es sich in kalter Salzsäure nicht, wie Arfvedson gefunden, mit grasgrüner, sondern mit rother Farbe auflöse.

Künstliches Hyperoxyd fand Hr. T. nicht zu einer genauen Analyse geeignet.

II. Ueber die Zusammensetzung der von Hrn. Haidinger beschriebenen Manganerze.

Verfahren bei der Analyse. Es wurden sorgfältig reine Bruchstücke von den Erzen ausgesucht, in einem Agatmörser zu Pulver zerrieben, und mit destillirtem Wasser ausgesüfst. Einige Erze treten hiebei nichts an das Wasser ab; aus andern aber, besonders aus denen von Ihlefeld, zieht das Wasser geringe Mengen von salzsaurem und schwefelsaurem Kalk, zuweilen auch von Natron. Diese zufällige Beimengung von salzsauren Salzen giebt,

ized by Google

bei Uebergiefsung einiger der natürlichen Manganoxyde mit Schwefelsäure, zu der Entwicklung von Chlorgas Gelegenheit, durch welche Herr Macmullin verleitet worden ist, Chlorsäure als einen Bestandtheil dieser Erze anzusehen. Die Berichtigung dieses Irrthums verdanken wir Hrn. Richard Phillip's *), mit dessen Beobachtungen auch meine eignen übereinstimmen. Keins der natürlichen Oxyde liefert eine Spur von Chlor bei Uebergiefsung mit Schwefelsäure, sobald die salzsauren Salze vorher durch Waschen entfernt worden sind.

Vor der Zerlegung wurden die Erze bei 212° F. getrocknet, wodurch sie auf denselben Grad von Trokkenheit kamen, welchen sie vor dem Waschen besafsen. Das natürlich in ihnen enthaltene Wasser wurde jedesmal durch Rothglühen einer bekannten Erzmenge bestimmt, und das Wasser in einer mit Chlorcalcium gefüllten Röhre aufgefangen.

Die Sauerstoffmenge wurde in den meisten Fällen sowohl dadurch bestimmt, dafs man das Erz durch Weifsglühhitze auf das rothe Oxyd desoxydirte, oder auch, dafs man es mittelst Erhitzung in Wasserstoffgas in Oxydul verwandelte. Wenn diese Operationen mit der nöthigen Sorgfalt ausgeführt werden, sind sie beide gleich zuverlässig; allein die erstere ist in der Ausführung bequemer, weil sie weniger Zeit und einen einfacheren Apparat erfordert. Die letztere ist zuweilen sehr mühsam wegen der Schwierigkeit, mit welcher gewisse Manganerze, z. B. das natürliche Hyperoxyd, durch Wasserstoffgas auf den Zustand des reinen Oxyduls zurückgebracht werden. Niemals habe ich die Sauerstoffmenge mittelst des Oxydes (Deutoxyds) bestimmt, da die Bildung desselben, meiner Meinung nach, zu ungewifs ist, als dafs man darauf ein analytisches Verfahren gründen könnte.

Bei Aufsuchung der fremden Stoffe habe ich folgenden Weg eingeschlagen. Das aus den Erzen getriebene

*) *Philosophical Magazin and Annals, Vol. I. p.* 313.

Digitized by

Wasser wurde mit Probepapieren geprüft, aber immer gänzlich ohne alkalische oder saure Reaction gefunden. Die Abwesenheit von Kohlensäure wurde dadurch ermittelt, dafs bei Zusatz von verdünnter Salpetersäure durchaus kein Aufbrausen statt fand. Concentrirte Schwefelsäure brachte keine Entwicklung von Chlor hervor.

Als die Erze in Salzsäure aufgelöst, und die Lösung zur Trockne verdunstet wurde, war der Rückstand, bis auf ein wenig kieselhaltige Masse und etwas, aus einer schwachen Zersetzung des Chlorürs entstandenen, rothen Oxyds, immer völlig wieder in Wasser löslich. Dieser Umstand beweist die Abwesenheit von Phosphor- und Arseniksäure, da sie, wenn sie zugegen gewesen wären, einen unlöslichen Rückstand von phosphorsaurem oder arseniksaurem Manganoxydul gegeben haben würden. Durch allgemein bekannte Methoden überzeugte ich mich von der Abwesenheit von Schwefelsäure, Thonerde und Talkerde. In mehreren der Erze liefs oxalsaures Ammoniak eine Spur von Kalk entdecken. Es ist merkwürdig, dafs alle Species, mit Ausnahme einer einzigen, Baryt enthält. In vielen ist er zwar nur als Beimengung vorhanden, aber bei zweien, bei dem untheilbaren Manganerz oder schwarzen Hämatit, und bei dem *manganèse oxidé noir barytifère* von Haüy, ist er ein wesentlicher Bestandtheil der Mischung. In den Species, in welchen der Baryt sich als Beimengung findet, ist er nicht mit Schwefelsäure oder Kohlensäure, sondern höchst wahrscheinlich mit Manganhyperoxyd verbunden.

Da man das Eisen so häufig als Begleiter der Manganerze gefunden hat, so erwartete ich, dafs es in ihnen vorhanden sey, und suchte es deshalb mit blausaurem Eisenkali und Schwefelwasserstoff-Ammoniak zu entdekken. Allein die salzsaure Lösung der verschiedenen Species gab, mit blausaurem Eisenkali, einen weifsen, und mit dem Schwefelwasserstoff-Ammoniak den characteristi-

Digitized by Google

schen fleischfarbenen Niederschlag. Es folgt also daraus, dafs alle der Analyse unterworfenen Erze, selbst das unter die Eisenerze gestellt gewesene untheilbare Manganerz, gänzlich frei von Eisen sind, eben so wie von Kupfer, Blei und ähnlichen Metallen.

Analyse des Manganits oder prismatoïdischen Manganerzes.

Dieses Erz giebt, selbst wenn es mit gröfster Sorgfalt ausgelesen ist, an destillirtes Wasser Spuren von salzsaurem und schwefelsaurem Kalk und Natron ab. Es löst sich ohne Rückstand in Salzsäure auf, und ist frei von Kieselerde, Kalk, Baryt und jeder andern Beimengung. Es ist das reinste natürliche Manganoxyd, was mir zu Gesicht gekommen ist. Das Pulver desselben hat eine gleichförmig braune Farbe, und ich habe nicht bemerken können, dafs es Neigung hätte, an der Luft durch Sauerstoffabsorption in Hyperoxyd überzugehen. Nachdem es sechs Monate der Luft ausgesetzt gewesen, und währenddefs oft mit destillirtem Wasser befeuchtet worden war, hatte es keine Gewichtsveränderung erlitten. Kalte Schwefelsäure wirkt sehr schwach auf diefs Oxyd. Hr. Gmelin, in Heidelberg, giebt an, dafs es in der Kälte von dieser Säure gar nicht gelöst werde, und anfangs war ich derselben Meinung; als ich aber eine beträchtliche Menge von dem Oxyde anwandte und die Mischung häufig umschüttelte, erhielt die Säure nach Verlauf von zwei bis drei Tagen eine rothe Farbe. In dieser Hinsicht ähnelt der Manganit dem Hyperoxyd; weicht aber von allen andern Species darin ab, dafs diese mit grofser Leichtigkeit der kalten Schwefelsäure eine rothe Farbe ertheilen.

Wenn der Manganit zur Rothgluth erhitzt wird, giebt er 10,10 Procent Wasser ab; in der Weifsglühhitze verliert er im Ganzen 13,15 Procent. Zieht man von letz-

terer Zahl das Wasser ab, bleiben 3,05 für den verlornen Sauerstoff. Das Resultat dieser Analyse ist also:

Rothes Oxyd	86,85
Sauerstoff	3,05
Wasser	10,10
	100,00.

Zufolge dieser Analyse enthält der Manganit ein Manganoxyd, von dem 89,9 Th., bei Verwandlung in rothes Oxyd 3,05 Sauerstoff liefern. Eine gleiche Menge von reinem Oxyde (Deutoxyde) würden hiebei 2,997 Sauerstoff verloren haben.

100 Th. Manganit, in heftiger Rothglühhitze einem Wasserstoffgasstrom ausgesetzt, verloren bei einem Versuche 19,09 Th., und bei einem andern 19,07 Th. Das Mittel hieraus ist 19,08, und zieht man hievon 10,10 für das Wasser ab, bleiben 8,98 Sauerstoff. Nach dieser Analyse ist der Manganit zusammengesetzt aus:

Oxydul	80,92
Sauerstoff	8,98
Wasser	10,10
	100,00.

Aber 80,92:8,98::36:3,995 *). Aus beiden Analysen ergiebt sich also, dafs der Manganit, abgesehen vom Wasser, Manganoxyd (Deutoxyd) ist. Da ferner 89,90:10,10::40:4,494, und die 4. Zahl sehr nahe einem halben Aequivalente Wasser gleich ist, so kann man den Manganit mit Recht betrachten als eine Verbindung von 80 Th. oder *zwei* Aequivalenten Manganoxyd und 9 Th. oder *einem* Aequivalent Wasser.

*) Bei diesen Rechnungen ist das Atomengewicht oder Aequivalent des Mangan $=28$, das des Manganoxyduls (Protoxyds) $=28+8=36$, das des Manganoxyds (Deutoxyds) $=28+1\frac{1}{2}.8=40$; das des Manganhyperoxyds $=28+2.8=44$, und dafs des Wassers $=1+8=9$ gesetzt. *P.*

Das Material zu der obigen Analyse war von einem sehr schön krystallisirten Exemplare von Ihlefeld genommen. Das Resultat von L. Gmelin's Analyse derselben Varietät ist folgendes: Rothes Oxyd 87,1, Sauerstoff 3,4, Wasser 9,5. Die Wassermenge ist hier sicherlich zu gering angegeben. Das, von Arfvedson analysirte, graue Oxyd von Undenaes, in West-Gothland, ist eine ähnliche Verbindung.

Analyse des Braunits oder brachytypen Manganerzes.

Die Farbe dieses Erzes, sowohl in Masse als in Pulver, ist beinahe schwarz. Mit Schwefelsäure liefert es keinen deutlichen Geruch nach Chlor. Es löst sich in Salzsäure, mit Hinterlassung einer kieseligen Substanz.

Die Lösung giebt mit Schwefelsäure einen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt, enthält aber sonst nichts Fremdartiges. Von allen natürlichen Oxyden wird es am leichtesten durch Wasserstoffgas auf das Oxydul zurückgeführt. Das zerlegte Material war von einem Exemplar von Elgersburg genommen.

Nach einem Mittel aus zwei sehr gut übereinstimmenden Versuchen, enthält diefs Oxyd 0,949 Proc. Wasser. Zur Bestimmung der Sauerstoffmenge wurde 16,634 Gran eine halbe Stunde lang in einem Strome von Wasserstoffgas der Rothglühhitze ausgesetzt. Der Rückstand wog 14,837 Gran, und besafs die lichte grüne Farbe des Oxyduls. Der gesammte Verlust betrug 1,797 Gran oder 10,80 Proc.; zieht man hievon 0,949 für das Wasser ab, bleiben 9,851 Proc. für den verlornen Sauerstoff. Der Baryt wurde durch Schwefelsäure gefällt, aus 42,09 Gran des in Salzsäure gelösten Minerals. Der Niederschlag betrug nach dem Glühen 1,44 Gran, entsprechend 0,951 Gran oder 2,26 Proc. reinen Baryts.

Nach dieser Analyse enthalten 100 Th. des Erzes:

Oxydul	86,94
Sauerstoff	9,851
Wasser	0,949
Baryt	2,620
Kieselerde	Spur
	100,000.

Da nun 86,94:9,851::36:4,079, und das Wasser und der Baryt wegen ihrer geringen Menge als zufällige Beimengungen betrachtet werden können, so folgt, dafs der Braunit wasserfreies Manganoxyd ist. Der Baryt mufs, wie ich glaube, mit Manganoxyd verbunden seyn; denn, wäre er mit Hyperoxyd verbunden gewesen, würde der Sauerstoffverlust die oben angegebene Menge überstiegen haben. Es ist mir nicht bekannt, dafs diefs Mineral schon von andern Chemikern zerlegt worden sey.

Analyse des Hausmannits oder pyramidalen Manganerzes.

Der Hausmannit giebt, bevor er gewaschen ist, einen schwachen Geruch nach Chlor bei Behandlung mit Schwefelsäure. Zur Rothgluth erhitzt, liefert er 0,435 Procent Wasser; und in der Weifsglühhitze verliert er nur 0,65 Procent, was 0,215 Procent Sauerstoff anzeigt. Bei Auflösung in Salzsäure hinterläfst er 0,337 Procent Kieselerde, und bei Hinzufügung von Schwefelsäure wird etwas schwefelsaurer Baryt, entsprechend 0,111 Procent reinen Baryts, gefällt. Der Hausmannit ist also durch diese Analyse zerfällt in:

Rothes Oxyd	98,098
Sauerstoff	0,215
Wasser	0,435
Baryt	0,111
Kieselerde	0,337
	100,000.

Diefs

Digitized by Google

Diefs Oxyd ist offenbar wasserfreies rothes Manganoxyd (Oxydul-Oxyd). Der geringe Sauerstoffverlust in der Weifsglühhitze rührt wahrscheinlich von etwas beigemengtem und mit dem Baryt verbuudenen Manganoxyd oder Hyperoxyd ab.

Aus einigen vorläufigen Versuchen mit dem Hausmannit hat Hr. L. Gmelin, in Heidelberg *), geschlossen, dafs derselbe sehr reines rothes Oxyd sey, was mit dem Resultate der obigen Analyse übereinstimmt. Es ist die einzige chemische Untersuchung des Hausmannits, welche mir von andern Chemikern bekannt geworden ist. Das Material zu meiner Analyse wurde von einen Ihlefelder Exemplar genommen, welches ich der Güte des Professors Stromeyer verdanke.

Analyse des Pyrolusits oder prismatischen Manganerzes.

Die folgende Analyse wurde mit einer dichten stänglichen Varietät von Elgersburg angestellt, welches ein spec. Gew. =4,94 besafs, und dessen Individuen eine parallele Lage hatten. Mit Schwefelsäure gab es keine Spur von Chlor. Die einzigen Beimengungen, welche ich darin entdecken konnte, waren Kieselerde und Baryt; erstere betrug 0,513, letzterer 0,532 Procent. Die Menge des Wassers wurde wie gewöhnlich mittelst Chlorcalcium bestimmt, und betrug 1,12 Procent. Als 23,746 Gran dieses Oxydes der Weifsglühhitze ausgesetzt wurden, betrug der Verlust 3,064 Gran oder 12,90 Procent. Davon 1,12 für das Wasser abgezogen, bleiben 11,78 für den Sauerstoffverlust. Hienach sind 100 Th. des Pyrolusits zerlegt in:

Rothes Oxyd	84,055
Sauerstoff	11,78
Wasser	1,12
Baryt	0,532
Kieselerde	0,513
	100,000.

*) Leonhard's Handbuch der Oryktognosie.
Annal. d. Physik. B. 90. St. 2. J. 1828. St. 10.

Digitized by Google

Vernachlässigt man nun das Wasser, den Baryt und die Kieselerde, als zufällige Beimengungen, so haben die zurückbleibenden 97,835 Th., bei Verwandlung in rothes Oxyd, 11,78 Th. oder 12,04 Proc. Sauerstoff verloren. In der Annahme dafs der Pyrolusit aus *einem* Aequivalent Mangan und zwei Aequivalenten Sauerstoff besteht, würde er bei Reduction auf das rothe Oxyd, genau 12,122 Proc. Sauerstoff verloren haben, eine Menge, welche sehr gut mit dem Resultate der Analyse übereinstimmt. Der Pyrolusit ist also wasserfreies Manganhyperoxyd.

Ich habe noch eine andere stängliche Varietät vom Pyrolusit analysirt, deren Dichte 4,819 betrug, und deren Individuen von einem gemeinschaftlichen Punkte ausliefen. Sie ist von mir aus Deutschland mitgebracht, und soll, wie die Etiquette sagt, von Ihlefeld herstammen. Indefs ist es Hrn. Haidinger, nach sorgfältiger Durchmusterung mehrerer grofsen Mineraliensammlungen in Deutschland, nicht gelungen, irgend ein ähnliches Exemplar von jenem Fundorte zu entdecken. Der Fundort dieser Varietät ist daher noch zweifelhaft.

Diese Varietät ist weniger rein, als die vorhergehende. Ehe sie gewaschen ist, giebt sie Chlor bei Hinzufügung von Schwefelsäure; und nachdem die salzsauren Salze durch destillirtes Wasser entfernt sind, giebt die neutrale Lösung in Salzsäure, mit oxalsaurem Kali, Spuren von Kalk. Sie enthält Kieselerde und Baryt, fast in denselben Verhältnissen als die erste Varietät.

Folgendes ist das Resultat meiner Analyse:

Rothes Oxyd	85,617
Sauerstoff	11,599
Wasser	1,566
Kieselerde	0,553
Baryt	0,665
Kalk	Spur
	100,000.

Digitized by Google

Zieht man die Beimengungen, 2,784, ab, so bleiben 97,214 Th., welche, bei Verwandlung in rothes Oxyd, 11,599 Th. oder 11,931 Sauerstoff verloren. Es ist folglich ein wasserfreies Hyperoxyd, wahrscheinlich mit einer Beimengung von einem der andern Oxyde.

Analyse des Psilomelans oder untheilbaren Manganerzes.

Diefs Mineral hat gepulvert eine bräunlich schwarze Farbe. Mit Schwefelsäure stöfst es keinen Chlorgeruch aus. Es löst sich vollständig in Salzsäure, bis auf 0,26 Procent Kieselerde; in der Lösung konnte ich aufser Manganoxyd nur Baryt entdecken. Obgleich diefs Erz von den Mineralogen, unter dem Namen schwarzer Hämatit und schwarzes Eisenerz, unter die Eisenerze gestellt ist, so enthalten dennoch reine Exemplare nicht eine Spur von diesem Metalle.

Zur Rothgluth erhitzt, giebt der Psilomelan 6,216 Procent Wasser. In der Weifsglühhitze beträgt der Gewichtsverlust 13,58 Procent; davon die 6,216 Procent Wasser abgezogen, bleiben 7,364 Proc. für den Sauerstoffverlust. Zur Bestimmung des Barytgehalts wurden 30,028 Gran des Minerals in Salzsäure gelöst, und der Baryt durch schwefelsaures Natron gefällt, wobei ein beträchtlicher Ueberschufs von Salzsäure gelassen wurde, um zu verhindern, dafs sich Mangan dem Niederschlage beimischte. Der schwefelsaure Baryt wog nach dem Glühen 7,434 Gran, nach Dr. Thomson's Atomenzahlen, 4,914 Gran oder 16,365 Procent reinen Baryts entsprechend.

Zufolge dieser Analyse haben 100 Th. Psilomelan geliefert:

Rothes Oxyd	69,795
Sauerstoff	7,364
Baryt	16,365
Kieselerde	0,260
Wasser	6,216
	100,000.

Digitized by Google

Die atomistische Zusammensetzung des Psilomelans geht aus dieser Analyse nicht genau hervor; und in der That ist das Resultat von der Art, dafs kein Zweifel darüber bleiben kann, dafs diefs Mineral mehr als ein Manganoxyd enthalte. Denn aus der Menge des bei Erhitzung ausgetriebenen Sauerstoffs folgt, dafs ein beträchtlicher Theil des Mangans als Hyperoxyd darin zugegen seyn mufs; allein es ist eben so klar, dafs das Ganze nicht in diesem Zustande vorhanden seyn kann, weil 69,795 Th. rothen Oxyds 9,627 statt 7,364 Th. Sauerstoff verlangen, um in Hyperoxyd überzugehen. Um diesem Mangel an Sauerstoff zu erklären, vermuthete ich zuerst, dafs der Baryt die Ursache gewesen, welche verhinderte, dafs aus dem Hyperoxyd durch Erhitzung die gewöhnliche Sauerstoffmenge ausgetrieben worden war. Dem zufolge bestimmte ich die Menge des reinen rothen Oxyds auf nassem Wege; allein sie betrug gerade so viel, als die bereits angegebene Zahl. Der Psilomelan mufs daher, wie ich glaube, als ein gemischtes Mineral betrachtet werden. Ich war zuerst geneigt, ihn für eine Verbindung von Baryt und Manganhyperoyd zu halten, welche einige andere niedere Oxyde zufällig beigemengt enthielt; allein die von Hrn. Haidinger angegebene Thatsache, dafs der Psilomelan in der Natur häufig und innig mit dem Pyrolusit vorkommt, scheint die Folgerung zu rechtfertigen, dafs das untheilbare Manganerz wesentlich aus einer Verbindung von Baryt und Manganoxyd (Deutoxyd) in noch nicht ausgemittelten Verhältnissen bestehe, und dafs der Pyrolusit ein zufälliger Bestandtheil desselben sey. Die Zulässigkeit dieser Ansicht ergiebt sich aus der folgenden Analyse des Erzes von Romanèche, eines Minerals, welches hinsichtlich seiner Bestandtheilsverhältnisse dem Psilomelan analog ist, und worin man mit bloſsem Auge die Beimengung von Pyrolusit erkennen kann.

Digitized by Google

Analyse des *Manganèse oxidé noir Barytifère* von Romanèche.

Die Beobachtungen des Hrn. Haidinger lassen nicht bezweifeln, dafs diefs Erz ein Gemenge sey; und zufolge meiner Analyse ist es dem Psilomelan sehr analog. Das specifische Gewicht einiger der reinsten Bruchstücke, welche ich auslesen konnte, betrug 4,365; während das spec. Gewicht des Psilomelans, nach Hrn. Haidinger, 4,145 ist. Die Farbe beider Mineralien ist nahe dieselbe.

Das schwarze Oxyd von Romanèche giebt mit Schwefelsäure einen sehr schwachen Chlorgeruch. Zur Rothgluth erhitzt, liefert es 4,13 Procent Wasser. In der Weifsglühhitze verliert es 11,39 Proc.; davon 4,13 Wasser abgezogen, bleiben 7,26 für den Sauerstoffverlust.

Um den Barytgehalt zu bestimmen, wurden 32,13 Gran in Salzsäure gelöst. Nach Absonderung von 0,953 Procent Kieselerde fällte ich den Baryt mittelst schwefelsauren Natrons. Das schwefelsaure Baryt wog, nach dem Rothglühen, 8,113 Gran, entsprechend 5,363 Gran oder 16,69 Procent reinen Baryts. 100 Theile des Erzes sind also zerfällt in:

Rothes Oxyd	70,967
Sauerstoff	7,260
Baryt	16,690
Kieselerde	0,953
Wasser	4,130.

Vor mehreren Jahren ist diefs Mineral von Vauquelin und Dolomieu analysirt worden (*Journal des Mines. IX. p.* 778.), allein die von ihnen angegebenen Zahlen sind, wegen der Unzulänglichkeit der damaligen analytischen Methoden, ganz unzuverlässig *).

*) Legt man die neueren Atomengewichte von Berzelius (dies. Ann. Bd. 86. S. 339.) zum Grunde, so erhalten, den obigen Analysen gemäfs, die untersuchten Manganerze folgende Formeln: Manganit $= \dddot{M}n + \dot{H}$, Braunit $= \dddot{M}n$, Hausmannit $= Mn + \ddot{M}n$, Pyrolusit $= \ddot{M}n$, Psilomelan $= \dddot{M}n + x\,Ba$? Für das Erz von Romanèche hat übrigens schon früher Hr. Berthier (*Ann. des Min. T. VI.*) nahe die oben vom Dr. Turner angegebene Zusammensetzung gefunden. *P.*

ed by Google

IV. *Der Erinit, eine neue Mineralspecies.*

Der Erinit (von Erin, Irland) kommt in der Grafschaft Limerick in Irland vor, ist aber von Hrn. Haidinger bis jetzt nur in Hrn. Allan's Sammlung angetroffen. Die dasigen Exemplare bestehen, nach Hrn. H., aus concentrischen Schalen mit rauhen, aus den Enden ungemein kleiner Krystalle gebildeten, Flächen. Die Schalen, welche sich leicht von einander trennen lassen, sind compact, besitzen zuweilen einen unvollkommen muschligen Bruch, eine Spur von Theilbarkeit, wahrscheinlich parallel den breiten Flächen der rechtwinklich 4seitigen Tafel, in der die Individuen sich endigen. Die völlige Glanzlosigkeit hindert die genauere Beobachtung, selbst mittelst eines Mikroskops. Die Farbe ist schön smaragdgrün, in's Grasgrüne neigend. Strich, dem Apfelgrün sich nähernd. An den Kanten etwas durchscheinend. Spröde. Härte =4,5 bis 5,0, nach Mohs. Specifisches Gewicht =4,043. Der Erinit wird begleitet von dem gemeinen und dem dunkelblauen arseniksauren Kupfer, welche beide sich zwischen des Erinits krystallisirt finden. Einer, vom Dr. Turner angestellten, approximativen Analyse gemäfs, besteht der Erinit aus: Kupferoxyd 59,44, Thonerde 1,77, Arseniksäure 33,78 und Wasser 5,01. (*Ann. of Phil.* 1828, *T. IV. p.* 154.)

Digitized by Google

V. *Zeichnungsmethode für triklinometrische Krystalle; vom Prof. C. Naumann in Freiberg.*

Da es am bequemsten ist, bei der Zeichnung triklinometrischer Combinationen die Axenprojection des Tesseralsystemes zu Grunde zu legen, so mufs ich von der Projectionsmethode des letzteren ausgehen.

Die eigentliche Aufgabe besteht darin, das Bild dreier gleicher, sich rechtwinklig schneidender Linien, für eine gegebene Stellung des Auges und der Projectionsfläche zu einander und zu den Linien selbst, zu entwerfen. Man stelle das Axensystem nach einer seiner Axen aufrecht, lege eine Ebene durch diese verticale Axe, und denke das Auge in dieser Ebene (welche ich die *Gesichtsebene* nennen will) in unendlicher Ferne *). Eine zweite, gleichfalls durch die verticale Axe gehende und auf der Gesichtsebene rechtwinklige Ebene soll uns zur *Projectionsfläche* dienen; die Ebene durch beide horizontale Axen heifse die *Horizontalebene* schlechthin, und eben so der Durchschnitt derselben mit der Projectionsfläche die *Horizontallinie*.

Zuvörderst gebe man nun dem, um seine verticale Axe beweglichen, Axensystem eine solche Lage, dafs die eine seiner horizontalen Axen in die Gesichtsebene fällt, und versetze das in derselben Ebene auf- und abwärts bewegliche Auge in die Horizontalebene. Dann sind es folgende zwei, willkührlich bestimmbare Elemente, von welchen die mehr oder weniger vortheilhafte Darstellung des Bildes abhängen wird.

1) Die Gröfse des Drehungswinkels, oder die *Declination* δ des Axensystemes aus der Normalstellung.

*) Diese Annahme ist nothwendig, damit die in der Wirklichkeit parallelen Kanten auch im Bilde parallel bleiben.

2) Die Gröfse des Erhebungswinkels, oder die *Elevation* ε des Auges über die Horizontalebene.

Beide Winkel müssen aber der Bequemlichkeit und Genauigkeit wegen so gewählt werden, dafs die durch sie bedingte Projection keiner unmittelbaren Winkelconstructionen bedarf; und dazu bietet sich folgende Methode dar.

1) Man lasse das Auge in der Horizontalebene, und drehe das Axensystem so lange von der Rechten nach der Linken, bis die Projection der vorderen horizontalen Halbaxe gleich einem willkührlichen aliquoten Theile $=\frac{1}{r}$ der Projection der seitlichen horizontalen Halbaxe erscheint, und setze den dadurch bestimmten Declinationswinkel $=\delta$. Aus der Bedingung

$$\cos\delta = r \sin\delta$$

folgt sogleich

$$\cot\delta = r.$$

2) Hierauf erhebe man das, beständig in der Gesichtsebene verharrende, Auge über die Horizontalbene; sogleich werden die, bis jetzt in der Horizontallinie projicirten, Endpunkte der horizontalen Halbaxen im Bilde eine Abweichung *unter* oder *über* dieselbe erfahren. Die absolute Gröfse dieser Abweichung ist, wenn wir sie als Function des noch unbestimmten Winkels ε ausdrücken, für die vordere Halbaxe $=\cos\delta \operatorname{tang}\varepsilon$, für die seitliche Halbaxe $=\sin\delta \operatorname{tang}\varepsilon$. In dem Momente nun, da die Abweichung der vorderen Halbaxe genau gleich einem willkührlichen aliquoten Theile, $=\frac{1}{s}$ ihrer eigenen *ersten* Projection, fixire man das Auge; aus der Bedingung

$$\cos\delta \operatorname{tang}\varepsilon = \frac{1}{s}\sin\delta$$

folgt sogleich

$$\cot\varepsilon = r\,s$$

für den entsprechenden Elevationswinkel des Auges.

Digitized by Google

Auf die geschickte Wahl von r und s kommt nun Alles an. So lange es sich um Zeichnung orthometrischer Gestalten handelt, scheint die Bestimmung $r=s=3$ sehr vortheilhaft; doch kann der Fall eintreten, dafs namentlich für s ein kleinerer Werth (z. B. 2 oder $\frac{3}{2}$) zu empfehlen; ein Fall, welcher jederzeit stattfindet, wenn man die Axenprojection des Tesseralsystems der Zeichnung mono- und triklinometrischer Gestalten zu Grunde legt. Wie aber auch die Werthe von r und s gewählt werden mögen, immer bleibt, sobald nur r eine *ganze* Zahl ist, die allgemeine Ausführung der Projection folgende:

Aufgabe. Das tesserale Axensystem für die gegebene Breite $2b$ des Bildes, und für gegebene Werthe von r und s zu construiren.

Auflösung. Ziehe zwei sich rechtwinklig schneidende Linien, und trage in die eine als Horizontallinien beiderseits vom Durchschnittspunkte M die Länge $b=MH=MZ$, Fig. 5. Taf. V., theile hierauf die HZ in $2r$ gleiche Theile, lege durch ihre End- und beiden mittelsten Theilpunkte Hülfsverticalen, und trage in die äufserste Verticale linker Hand*) abwärts von H die Länge $\frac{1}{s}b$, wodurch sich ein Punkt R bestimmt. Ziehe nun die RM, und verlängere sie jenseits M, so ist ihr zwischen den beiden mittleren Hülfsverticalen enthaltener Theil BB' die Projection der einen (vorderen) horizontalen Axe. — Ziehe hierauf durch B die Horizontale BS, und dann die SM, so bestimmt sich der Punkt T in der ersten Hülfsverticale; von ihm aus ziehe wieder die Horizontale TC, aus C die CM und verlängere solche jenseits M, so ist ihr zwischen den beiden äufsersten Hülfsverticalen enthaltener Theil

*) Da hier vorausgesetzt wird, die Drehung des Axensystems sey von Rechts nach Links erfolgt; im entgegengesetzten Falle ist die $\frac{1}{s}b$ in die äufserste Verticale rechter Hand einzutragen.

CC die Projection der andern (seitlichen) horizontalen Axe. — Endlich trage man in die äufserste Verticale rechter Hand von Z aus ab- oder aufwärts einen der Theile ZP, in welchen die HZ getheilt worden, verbinde den dadurch bestimmten Punkt Q mit M, nehme $MA = MA = MQ$, so ist AA die Projection der verticalen Axe.

Der Beweis für die Richtigkeit dieser Construction ist so leicht, dafs ich ihn hier übergehen zu können glaube. Es ist diefs übrigens die allgemeinere Auflösung desselben Problems, welches von Haidinger nach einer etwas andern Methode *) in den *Mem. of the Werner. Soc.*, (d. Ann. Bd. 81. S. 507.) und von mir in der Isis unter der Voraussetzung von $r = s = 3$ gelöst worden ist, in welchem Falle $\delta = 18^\circ\,26'$, und $\varepsilon = 6^\circ\,20'$. So wie jetzt die drei Axen im Bilde erscheinen, können sie nur erscheinen, wenn sie in der Wirklichkeit gleich grofs und rechtwinklig sind. Für eine triklinometrische Krystallreihe aber sind die drei Axen a, b, c ungleich, und schneiden sich unter schiefen Winkeln α, β und γ. Will man also die Axenprojection des Tesseralsystems bei der Projection einer triklinometrischen Combination zu Grunde legen, so müssen die Neigungswinkel sowohl als die Gröfsen, unter welchen die Axen im Bilde erscheinen, eine angemessene Veränderung erleiden. Dazu gelangt man leicht auf folgende Weise.

*) Die Haidinger'sche und Mohs'sche Construction unterscheidet sich wesentlich nur dadurch von der hier gegebenen, dafs sie eine orthographische Projection voraussetzt; mir scheint es aber rathsamer, die Gesichtsstrahlen unter den Winkel $90^\circ - \varepsilon$ gegen die Projectionsfläche treffen zu lassen, weil dann die gezeichnete Gestalt vor dem aufrechtstehenden Beobachter gleichfalls aufrecht steht, und weil ihre auf dem Papiere erscheinende Höhe der wirklichen Höhe genau gleich ist. Uebrigens ist nichts leichter, als diese klinographische Projection in eine orthographische zu verwandeln; nur werden die Resultate beider wenig verschieden seyn, so lange ε nicht 10° übersteigt.

Digitized by Google

Zuvörderst suche man den Neigungswinkel A des makrodiagonalen und brachydiagonalen Hauptschnittes nach der bekannten Formel:

$$\cos A = \frac{\cos\alpha - \cos\beta\cos\gamma}{\sin\beta\sin\gamma}$$

Weil nun im Tesseralsysteme die diesen beiden Hauptschnitten entsprechenden verticalen Hauptschnitte durch BB' und CC *rechte* Winkel bilden, so fragt es sich, welcher derselben seine ursprüngliche Lage behaupten, und welcher sie verlassen soll, um den Winkel A herzustellen. In den meisten Fällen scheint es vortheilhafter, den auf den Beobachter zulaufenden, also durch die Axe BB' gehenden Hauptschnitt in unveränderter Lage zu lassen, und den durch die Axe CC gehenden Hauptschnitt so weit zu drehen, als erforderlich ist, damit seine neue Projection dem wirklichen Neigungswinkel A entspreche. Zu dem Ende trage man die vierten Glieder der Proportionen

$$1 : \sin A = MC : x$$

$$\text{und } 1 : \cos A = MB : y$$

von M aus, jenes in die MC, dieses in die MB, vollende das Parallelogramm über x und y, und ziehe dessen Diagonale aus M, so ist diese Diagonale, welche ich MD nennen will, die Projection einer der MB gleichen, und gegen selbige unter dem Winkel A geneigten Horizontallinie, und folglich die Ebene durch MD und AA der gesuchte verticale Hauptschnitt, welcher mit dem verticalen Hauptschnitte durch MB den verlangten Winkel bildet.

Allein, so wie sie jetzt im Bilde erscheinen, wird vorausgesetzt, dafs die MA auf der MD sowohl als auf der MB noch rechtwinklig ist, während sie doch in der Wirklichkeit mit jener den Winkel β, mit dieser den Winkel γ bildet. Man suche also zu den Proportionen

$$1 : \sin\beta = MD : x'$$

$$1 : \cos\beta = MA : y'$$

die vierten Glieder, trage die Linien x' und y' von M aus in MD und MA, vollende das Parallelogramm über beiden Linien, und ziehe dessen Diagonale aus M, die ich ME nennen will, so ist ME die Richtung der Makrodiagonale; auf gleiche Weise suche man die vierten Glieder der Proportionen

$$1 : \sin\gamma = MB : x''$$
$$1 : \cos\gamma = MA : y''$$

trage wiederum die Linie x'' und y'' in die MB und MA, vollende das Parallelogramm, und ziehe dessen Diagonale MF, so ist MF die Richtung der Brachydiagonale für das gegebene Axensystem. So wie jetzt die drei Halbaxen MA, ME und MF im Bilde erscheinen, müssen sie erscheinen, wenn sie in der Wirklichkeit die Winkel α, β und γ bilden; allein noch ist aufserdem in ihrer jetzigen Erscheinungsweise die Voraussetzung durchgängiger Gleichheit enthalten, während sie doch für die Grundgestalt der gegebenen Krystallreihe das Verhältnifs $a:b:c$ haben. Man verwandle diefs in $\frac{a}{c} : \frac{b}{c} : 1$, lasse darauf der Brachydiagonale ihren ursprünglichen Werth MF, und trage in die Axe und Makrodiagonale nach den Verhältnissen

$$1 : \frac{a}{c} = MA : x'''$$
$$1 : \frac{b}{c} = ME : y'''$$

die Linien x''' und y''' ein, so erhält man zwei neue Punkte A und E als Endpunkte der gesuchten Halbaxen, und die drei Linien MA, MF und ME stellen das mit mathematischer Genauigkeit projicirte Axensystem der Grundgestalt für die gegebene Krystallreihe dar.

Als Beispiel gebe ich beifolgend die Darstellung von vier Combinationen des Kupfervitriols. In der zu Grunde gelegten Axenprojection des Tesseralsystemes wurden wie in Fig. 5. Taf. V. $r=3$, $s=\frac{3}{2}$, also $\delta = 18^\circ\,26'$ und

Digitized by Google

$\varepsilon = 12^{\circ}\,32'$, gewählt; die Abmessungen der Grundgestalt sind eieselben, welche sich in dem von mir bearbeiteten mineralogischen Theile der Encyclopädie der speciellen Naturgeschichte (Berlin 1828), S. 257., finden, und nach Kupffer's Messungen berechnet wurden; also:

$$a:b:c = 1:1{,}815:1{,}027$$

Winkel $a:b = 82^{\circ}\ 22\frac{1}{2}'$

- $b:c = 77^{\circ}\ 37\frac{1}{2}'$

- $c:a = 73^{\circ}\ 11'$

woraus folgt Winkel $A = 79^{\circ}\ 19'$.

Die in den Combinationen, Fig. 6. 7. 8. 9. Taf. V., enthaltenen Theilgestalten sind, nach der a .a. O. befolgten Methode bezeichnet und geordnet, folgende:

H. R.	Brachyd. Z. R.	Brachyd. N. R.
$0P = o$	$2\breve{P}'2 = s$	$\ddot{P}'\infty = p$
$P' = P$	$2'\breve{P}2 = i$	$'\breve{P}\infty = q$
$\infty P' = T$	$\infty\breve{P}'2 = m$	$2\ddot{P}'\infty = v$
$\infty\,'P = M$	$\infty\breve{P}'3 = a$	$2'\breve{P}\infty = w$
Makrod. N. R.	$3\breve{P}'3 = x$	$\infty\breve{P}\infty = r$
$\infty\bar{P}\infty = n$		

VI. *Krystallographische Notiz; vom Prof. C Naumann in Freiberg.*

In der hiesigen academischen Sammlung finden sich unter andern folgende interessante Combinationen des Kalkspathes.

I. $-2R^{\frac{5}{3}}.-2R.-3R.$ Fig. 10. Taf. V.

Die Polkanten von $-2R^{\frac{5}{3}}$ sind $159^{\circ}\ 19'$ und $88^{\circ}\ 18\frac{1}{2}'$; approximative Messungen gaben mir 159° und 88°. Die Krystalle sind klein, glänzend, röthlichweifs bis röthlichgrau, in Drusen versammelt. Merkwürdig wird diese

Digitized by

Combination besonders deshalb, weil sie die von Weifs in seiner Theorie der Drei-und-Dreikantner, S. 34., geäufserte Vermuthung über die Existenz des Scalenoëders $-2R^{\frac{5}{3}}$ und des Rhomboëders $-3R$ bestätigt; eine Vermuthung, auf welche dieser grofse Krystallograph theoretisch gelangte, indem er die sehr complicirten Ableitungs-Coëfficienten, welche sich nach seiner Methode für das Bournon'sche Scalenoëder No. 40., und für dessen Rhomboëder No. 20. ergeben würden, verwerfen, und die sich statt ihrer darbietenden einfacheren Näherungswerthe annehmen zu müssen glaubte.

Aus dem bekannten Verhälnifs, nach welchem die dreierlei Kanten jedes Scalenoëders $\pm mR^n$ dieselbe Lage haben, wie die Kanten der Rhomboëder $\pm mR$, $\pm\frac{1}{2}m(3n-1)R$ und $\mp\frac{1}{2}m(3n+1)R$ folgt für unser Scalenoëder:

Rhomboëder der Mittelkanten $=-2R$
- - - längeren Polkanten $=6R$
- - - kürzeren Polkanten $=-4R$.

Die langen Polkanten des Scalenoëders selbst werden also durch das Rhomboëder $-3R$, die kurzen Polkanten durch das Rhomboëder $2R$ abgestumpft werden, wie diefs auch Weifs a. a. O. erwähnt; jenes Rhomboëder erscheint auch wirklich in unsrer Combinationen, durch welche zugleich, wenn nicht die Nothwendigkeit, so doch die Wahrscheinlichkeit der Existenz von $2R$ dargethan ist.

II. $-\frac{2}{3}R^{\frac{5}{3}}.-R^{\frac{5}{3}}.-\frac{6}{5}R.-2R.0R.\infty P2$. Fig. 11. Taf. V.*).

Die Scalenoëder, welche wegen ihrer horizontalen Combinationskanten denselben Exponenten haben müssen, wurden durch folgende approximative Messungen, so wie dadurch bestimmt, dafs die schärferen Polkanten des flacheren Scalenoëders durch die Spaltungsflächen des primitiven Rhomboëders abgestumpft werden:

Pol-

*) Das Scalenoëder $-R^{\frac{7}{6}}$ ist Haüy's ϱ.

Digitized by Google

Polkanten des flacheren Scalenoëders 112° und 155°
- - - spitzeren - - 103 und 151°

Rückwärts aus den Zeichen berechnet folgen dieselben Polkanten

für $-\frac{2}{3}R^{\frac{7}{3}}=111°\,54'$ und $154°\,7'$
für $-R^{\frac{7}{3}}=102°\,52'$ und $151°\,7'$

Die Polkanten des ersten Scalenoëders werden durch $-\frac{4}{3}R$ und R; die Polkanten des zweiten durch $-2R$ und $\frac{3}{2}R$ abgestumpft. Das Rhomboëder $-\frac{6}{5}R$ ist nach der approx. Messung seiner Polkante 97° bis 98° bestimmt worden, deren wahrer Werth 97° 10′ seyn würde.

Die in der academischen Sammlung befindlichen Krystalle sind klein, gelblichweifs und durchscheinend; ich habe aber dieselbe Combination in graulichweifsen, schwach durchscheinenden, auf Bleiglanz aufsitzenden Krystallen (wahrscheinlich vom Harze) durch die Güte des Hrn. Oberhüttenamts-Auditor Kersten zur Untersuchung erhalten; beide Vorkommnisse zeigen das Gemeinschaftliche, dafs die Combinationsecke, in welcher die stumpfen Polkanten beider Scalenoëder zusammentreffen, so wie die Combinationskanten zwischen $-2R$ und $-R^{\frac{7}{3}}$ abgerundet und wie polirt, die basische Fläche rauh und matt, die Flächen von $-R^{\frac{7}{3}}$ stark, von $-\frac{2}{3}R^{\frac{7}{3}}$ dagegen wenig glänzend, von $\infty P2$ endlich den Mittelkanten von R parallel gestreift erscheinen.

III. $4R.0R.R^{7}.R^{3}.\infty R.R.$ Fig. 12. Taf. V.

Beide Scalenoëder sind unmittelbar bestimmbar, sobald man weifs, dafs $m=4R$; denn R bestimmt sich sogleich als Spaltungsgestalt, und die Streifungen auf r und σ zeigen, dafs beide Gestalten zu R gehören. Das Scalenoëder σ ist bekanntlich zuerst durch Monteiro nachgewiesen, und aus den parallelen Combinationskanten, welche es zwischen 4R und ∞R hervorbringt, als R^{7} bestimmt worden. Für dieses Combinationsverhältnifs gilt uns die Specialregel, dafs dasjenige Scalenoëder, wel-

Digitized by Google

ches die geneigten Combinationskanten zwischen mR und ∞R abgestumpft, entweder

$$m'R^{\frac{2m-m'}{m'}}$$

oder

$$-m'R^{\frac{2m+m'}{m'}}$$

ist; eine Regel, welche in der in diesen Annalen 1827, St. 3., S. 474. sub II., gegebenen Formel enthalten ist.

Hierbei mufs ich auf einen Fehler aufmerksam machen, welcher sich in Fig. 243. des Atlas zu meinem Handbuche der Mineralogie eingeschlichen, indem daselbst die Combinationskanten zwischen den kleinen Flächen c und R' den Kanten zwischen R' und m parallel seyn müssen.

VII. *Der Nontronit, ein neues Mineral.*

Dieses bei Nontron (woher auch sein Name) im Dordogne-Departement entdeckte Mineral, kommt daselbst in Manganerz-Nestern vor, in Nieren, die meist sehr klein sind, und sehr selten Faustgröfse erreichen. Es ist compact, stroh- oder schön zeisiggelb, etwas grünlich, hat einen unebenen, matten Bruch, ist opak, fettig anzufühlen und sehr weich. Es läfst sich mit dem Nagel ritzen, nimmt beim Reiben gegen harte Körper eine schöne Politur und einen Harzglanz an, und zeigt beim Anhauchen keinen Thongeruch. In Wasser geworfen, stöfst es viele Luftblasen aus, wird durchscheinend an den Rändern, und nimmt an Gewicht zu. Erhitzt, verliert es Wasser und wird röthlich; geglüht, verliert es 0,19 bis 0,21 an Gewicht, und dann ist es magnetisch. Von Salzsäure wird es angegriffen. Nach Hrn. Berthier's Analyse besteht diefs Mineral aus Kieselerde 44, Eisenoxyd 29, Thonerde 3,6, Talkerde 2,1, Wasser 18,7, Thon 1,2, wonach derselbe die mineralogische Formel: $MS^2 + AlS^3 + 10FeS^2$ aufstellt (*Ann. de chim. et de phys. XXXVI. p.* 22.).

Digitized by Google

VIII. *Ueber einige Verbindungen des Platinchlorürs; von G. Magnus.*

Es sind bis jetzt zwei Verbindungen des Platins mit dem Chlor bekannt. Die eine, mit vier Atomen Chlor, das Platinchlorid, $PtCl^4$, erhält man, wenn Platin in Königswasser aufgelöst wird. Die andere mit zwei Atomen Chlor, das Platinchlorür, $PtCl^2$, bekommt man dagegen, wenn man das Chlorid bis zum Schmelzpunkt des Bleies erhitzt, wobei zwei Atomen Chlor entweichen.

Das Chlorid bildet, wie bekannt, leicht Doppelsalze mit Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium, und wie Bonsdorff *) angiebt, auch mit andern Chlormetallen. Von diesen ist das Kaliumsalz, $KCl^2 + PtCl^4$, neuerlich wiederum von Berzelius **) untersucht und zur Bestimmung des Platin-Atomgewichts, welches sich hiedurch $= 1233{,}26$ ergeben hat, benutzt worden.

Das Chlorür dagegen ist bis jetzt weniger bekannt gewesen, obgleich es ähnliche Doppelverbindungen wie das Chlorid bildet, von denen ich hier einige kurz beschreiben will.

Das reine Chlorür ist in Wasser unlöslich; wenn aber das Chlorid, aus welchem es dargestellt worden, nicht hinlänglich erhitzt gewesen ist; so löst sich der Rückstand mit einer so dunkelbraunen Farbe in Wasser, dafs die klare Flüssigkeit völlig undurchsichtig erscheint. Diese Flüssigkeit ist eine Auflösung des Platinchlorürs in Platinchlorid. Dampft man dieselbe ab, so fällt ein braunes Pulver nieder, welches sich, wenn die Flüssigkeit abgegossen wird, nicht wieder in Wasser löst. Setzt man aber dem Wasser die abgegossene Flüssigkeit wie-

*) *Ann. de chim. et de phys. XXXIV. p.* 145., und dies. Ann. Bd. XI. S. 124.

**) Dies. Ann. Bd. XIII. S. 469.

der hinzu, so löst sich der braune Niederschlag beim Erwärmen auf.

Derselbe unterscheidet sich zwar von dem durch Erhitzen des Chlorids erhaltenen Platinchlorür sowohl durch seine Farbe, als besonders dadurch, dafs er sich viel leichter als dieses in Salzsäure löst; allein dessen ungeachtet haben beide dieselbe Zusammensetzung. Der braune Niederschlag wurde, nachdem er mit Wasser rein ausgewaschen worden, mit Wasserstoffgas reducirt; er verlor 25,95 Proc. Chlor. Das Platinchlorür dagegen, welches mehrere Male mit Salzsäure ausgewaschen worden war, verlor hiebei 26,38 Procent. Der Berechnung nach, sollte das Chlorür 26,41 Procent Chlor enthalten. Der Unterschied zwischen beiden Resultaten ist zu gering, als dafs man ihn nicht den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zuschreiben könnte.

Es scheint aber, als hinge die Menge des von dem Chlorid gelösten Chlorürs von der Verdünnung ab, in welcher die Lösung des Chlorids sich befindet. Denn dampft man die braune Lösun des Chlorürs in Chlorid ein, so fällt, wie schon bemerkt, Chlorür nieder; verdampft man sie bis zur Trockne, so kann man zwar durch anhaltendes Kochen die ganze Masse wiederum in Wasser lösen, wendet man aber nur kaltes Wasser an, so bleibt das Chlorür ungelöst, und es löst sich eine Verbindung von Platinchlorid mit weniger Chlorür. Durch eine mehrmalige Behandlung dieser Art kann man die Auflösung immer mehr und mehr von Chlorür befreien, und deshalb glaube ich nicht, dafs man es hier mit einer Verbindung beider Chlorungsstufen, sondern nur mit einer Auflösung der einen in der andern zu thun habe.

Anders scheint es mir, mit der Auflösung dieses braunen Chlorürs in Chlorwasserstoff sich zu verhalten. Diese geschieht mit einer eigenthümlichen rothen Farbe, und in jeder Quantität, so dafs ich glauben möchte, es entstehe hier eine chemische Verbindung vom Platinchlo-

ized by Google

rür mit Chlorwasserstoff, gerade so, wie sie Boullay*) von andern Chlor- und Jodmetallen mit Chlor- und Jodwasserstoff annimmt.

Setzt man nun zu einer solchen Auflösung des Platinchlorürs in Chlorwasserstoffsäure, Chlorkalium hinzu, so krystallisirt ein rothes Salz in Prismen heraus, welches eine Verbindung von Platinchlorür mit Chlorkalium ist, und kein Krystallwasser enthält.

Ich habe dieses Salz auf die Weise analysirt, dafs ich eine gewogene Menge desselben durch Wasserstoff reducirte. Der Gewichtsverlust war das mit dem Platin verbunden gewesene Chlor. Der Rückstand bestand aus metallischem Platin und Chlorkalium; letzteres wurde durch Wasser ausgezogen, alsdann das Platin gewogen, und das Chlorkalium aus dem Verluste bestimmt. Auf diese Weise fand ich das Salz zusammengesetzt aus:

Platin	46,74
Chlor	17,47
Chlorkalium	35,79
	100,00.

Nimmt man an, dafs es $PtCl^2 + KCl^2$ gewesen sey, und berechnet danach die Zusammensetzung desselben, so erhält man:

Platin	47,28
Chlor	16,97
Chlorkalium	35,75
	100,00.

Dieses Salz ist leicht löslich in Wasser, doch fast unlöslich in Weingeist; setzt man daher Alkohol zu einer wäfsrigen Auflösung desselben, so fällt es in zarten rosenrothen krystallinischen Fasern nieder.

Auf ähnliche Weise, als das Kaliumsalz, erhält man die Doppelsalze des Platinchlorürs mit Chlornatrium und

*) *Annal. de chim. et de phys. XXXIV. p.* 337., und dies. Ann. Bd. XI. S. 99.

Digitized by

Chlorammonium. Das erstere, mit Chlornatrium, welches sehr leicht in Alkohol löslich ist, war mir nicht möglich krystallisirt zu erhalten; dagegen krystallisirt das Ammoniaksalz sehr leicht, in dunkelrothen Krystallen.

Setzt man zu einer Auflösung von Platinchlorür in Salzsäure kaustisches Ammoniak in Ueberschufs hinzu, so fällt nach einiger Zeit ein grünes Salz nieder, welches ganz krystallinisch ist, und Platin, Chlor und Ammoniak enthält. Um es zu analysiren, wurde eine gewogene Menge desselben in einer kleinen Retorte mit reinem kohlensauren Natron erhitzt; die entweichenden Gasarten wurden in eine Auflösung von salpetersaurem Silber geleitet, um gewifs zu seyn, dafs keine Salzsäure mit fortgeführt werde. Aus dem Rückstande wurde das entstandene Chlornatrium und das überschüssige kohlensaure Natron durch Wasser ausgezogen, und das Chlor durch Silberlösung gefällt und bestimmt; auch wurde das zurückgebliebene metallische Platin gewogen. Die Quantität des letzteren wurde aufserdem durch Reduction mittelst Wasserstoffgas bestimmt. Das Ammoniak ergab sich aus dem Verluste. Auf diese Weise fand ich diefs Salz zusammengesetzt aus:

Platin	65,65
Chlor	23,46
Ammoniak	10,89.

Nimmt man an, dafs dasselbe Platinchlorür mit Ammoniak, $PtCl^2 + NH^3$, gewesen sey, und berechnet hienach die Zusammensetzung, so erhält man:

Platin	65,24
Chlor	23,42
Ammoniak	11,34.

Das grüne Salz löst sich weder in Wasser, noch in Alkohol, noch in Salzsäure, von der es auch nicht zersetzt wird.

IX. *Ueber die Einwirkung der Blausäure und des Camphers auf die Pflanzen; von H. R. Goeppert, Dr. med., Privat-Docent an der Universität Breslau.*

(Vorgelesen zu Berlin in der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte.)

In einer im vorigen Jahr erschienenen Schrift (*de acidi hydrocyanici vi in plantas commentatio. Vratisl. apud Max et Soc.* 1827.) habe ich eine Reihe von Versuchen beschrieben, die ich anstellte, um die Einwirkung verschiedener Stoffe auf die Vegetation zu prüfen. Sie bezogen sich vorzugsweise auf die Blausäure, den Weingeist, die ätherischen Oele, ätherisch-öligen Wässer, das Aetzammoniak. Als Resultat dieser Versuche ergab sich, dafs diese Flüssigkeiten sämmtlich das Pflanzenleben vernichteten, dafs dieselben, ungeachtet ihrer verschiedenen chemischen Beschaffenheit, in der Art und Weise der Einwirkung völlig übereinstimmten, und nur der Zeit nach, in welcher dieselbe sichtbar wurde, differirten. Die Spiralgefäfse der Pflanzen nahmen jene schädlichen Stoffe auf, führten sie dann in's Zellgewebe über, welches bei der anatomischen Untersuchung folgende Veränderungen zeigte: Die Wände der Zellen waren gerunzelt, daher die Form der Zellen kaum zu erkennen, das Volumen derselben selbst sehr vermindert, und das grüne in ihnen enthaltene Wesen mehr oder minder gebräunt. Die Spiralgefäfse hingegen zeigten keine sichtbare Veränderung. Aus diesen Gründen war es leicht erklärlich, warum alle mit Zellgewebe reichlich versehenen Vegetabilien wie die kräuterartigen Stengel der Dikotyledonen eine bräunliche Farbe annahmen, oft um das 3 oder 4fache ihres vorigen Volumens verdünnt erschienen und endlich zusam-

Digitized by

menknickten; dagegen die holzigen Theile der Dikotyledonen, die starren Stengel der Monokotyledonen und Farrnkräuter, wegen der überwiegenden Zahl der Spiralgefäfse ihren vorigen Umfang unverändert bewahrten. Diese Erscheinungen erfolgten allmählig von unten nach oben, genau nach dem Verlauf der Gefäfse, und immer konnte man wahrnehmen, dafs mit dem Beginn des Todes nicht ein *allgemein kränklicher Zustand* der Pflanze eintrat, sondern vielmehr die oberhalb der Stelle befindlichen Theile, wo bereits die Einwirkung des Giftes sichtbar ward, *ihre völlige Integrität bewahrten und alle Zeichen der lebhaftesten Vegetation zeigten.* So entwickelten Pflanzen oberhalb ihrer Blüthen, während der untere Theil des Stengels schon auf die angegebene Weise zerstört war, Blüthen mit bewegungsfähigen Geschlechtstheilen, wie z. B. die von *Berberis vulgaris, Parnassia palustris, Ruta graveolens, Mimulus glutinosus* u. dergl., besafsen noch diese Eigenschaft, waren auch die Blüthenstiele schon ergriffen, ja Blattfiedern der *Mimosa pudica* und anderer Leguminosen zeigten an ihren obern Blättchen noch den Pflanzenschlaf, während die untern schon von der Einwirkung der schädlichen Flüssigkeit ergriffen waren. Um diese auffallende Erscheinung zu erklären, die an Sonderbarkeit noch gewinnt, wenn wir bedenken, wie schnell sonst die Flüssigkeiten von den Gefäfsen der Pflanzen aufgenommen werden, wie bald sich z. B. verwelkte Pflanzen durch Begiefsen mit Wasser erholen, könnte man annehmen, dafs die Blausäure und die andern genannten Flüssigkeiten wohl bald in der gesammten Pflanze verbreitet würden, aber erst später ihre zerstörende Wirkung äufserten. Offenbar müfsten jedoch dann die Erscheinungen des Todes in allen Theilen des Vegetabils gleichzeitig, und zwar vorzugsweise an den zartesten, dünnen Theilen, also gewöhnlich an dem Gipfel der Pflanze, eintreten, was jedoch, wie schon erwähnt, keineswegs der Fall ist, denn immer schreitet die Wir-

Digitized by Google

kung von den untern zu den obern Theilen. Die obern Theile einer Pflanze enthalten keine Spur von Blausäure, Alkohol oder dergl., wenn auch die untern bereits zerstörten sich Tage lang in diesen Flüssigkeiten befanden; die milchenden Vegetabilien endlich, welche auch durch die geringste Quantität jener Stoffe sobald die Fähigkeit verlieren Milch abzusondern (wie ich gleichfalls in meinen frühern Untersuchungen beobachtet und in der oben genannten Schrift näher beschrieben habe), besitzen selbst noch eine Linie über der bereits zerstörten Stelle diese Eigenschaft. Unter diesen Umständen bleibt meiner Meinung nach, um über jene merkwürdige Erscheinung Licht zu verbreiten, nichts anders übrig, als anzunehmen, *dafs die Pflanzengefäfse dem Alkohol, der Blausäure, den ätherisch öligen Wässern, Aetzammoniak-Flüssigkeit zunächst das Wasser, womit sie gebunden sind, entziehen, und erst später die wirksamen dem Pflanzenleben so schädlichen Stoffe aufnehmen, also eine wahre Wahlanziehung ausüben*, und ich wünschte, dafs folgende Thatsachen im Stande seyn möchten, auch bei meinen Lesern eine ähnliche Ueberzeugung, wie bei mir, hervorzurufen.

Verwelkte Pflanzenstängel erholen sich anfangs eben so in der Blausäure, wie im Wasser, und zwar in ersterer um so früher, je wäfsriger dieselbe ist, sterben aber später, je nach der Concentration der Blausäure mehr oder weniger schnell. Jedoch nicht nur die Gefäfse eines abgeschnittenen Theiles irgend eines Vegetabils, sondern auch die der Wurzeln üben eine ähnliche *Anziehung* aus. Unter andern nur das Nähere von einem Versuch: Am 13. Aug. 1828 früh um 11 Uhr wurden stark verwelkte Pflänzchen von *Tagetes patula*, *Lepidium sativum*, *Silene armeria*, die in einen 4 Zoll hohen, 2½ Z. breiten mit gewöhnlicher Gartenerde erfüllten Napf befindlich waren, mit 2 Drachmen 2½ Proc. haltiger nach der Ittner-Düflos'schen Methode bereiteter Blausäure begossen. Die Pflänzchen erholten sich

Digitized by Google

nach wenig Stunden, vegetirten fort, begannen aber am 14. früh auf die eigenthümliche und schon näher bezeichnete Weise, nämlich durch allmählige, von unten nach oben vorschreitende Verdünnung der Stengel, zu sterben.

Auch in allen *ätherisch-öligen Wässern, die Blausäure haltenden mit eingeschlossen*, in mit *Campher geschwängertem Wasser* erholten sich anfangs die Pflanzen und starben später. Desgleichen sogar in *Alkohol-* und *Aetzammoniak-Flüssigkeit*, nur müssen beide sehr stark verdünnt angewendet werden, weil sie im concentrirten Zustande zu schnell, noch rascher als Blausäure, die Pflanze vernichten.

Diese Aeußerung von Wahlenziehung kommt jedoch nur der lebenden Pflanze zu als eine wahre vitale Action! Ich nahm getrocknete und lebende nur etwas verwelkte Pflanzenstängel derselben Art und setzte sie in jene Flüssigkeiten. Binnen sehr kurzer Zeit hatte sich die letztere in den getrockneten verbreitet, während die lebenden Pflanzenstängel sich kaum erholt hatten und noch keine Spur von Aufnahme der schädlichen Substanzen in ihnen sichtbar war. Auch ließs sich in der getrockneten Pflanze von Stelle zu Stelle die Aufnahme jener Flüssigkeiten in ihrem unveränderten Zustande durch Reagentien wahrnehmen. (Beiläufig bemerke ich nur, daſs ich vermittelst solcher todten Pflanzenstängel, indem ich sie mit dem einen Ende in Blausäure, oder dieser ähnlich wirkenden Flüssigkeiten, und mit dem andern Ende in die Substanz lebender Pflanzen brachte, die letztern zu tödten vermochte.) Die angeführten Thatsachen, zu welchen ich erst kürzlich gelangte, und die ich eben deswegen noch nicht weiter verfolgen konnte, beweisen mehr als irgend andere, mir wenigstens bekannte Erfahrungen, wenn es anders hier noch eines Beweises bedarf, daſs bei der Aufnahme von Flüssigkeiten in den Gefäſsen der Pflanzen wahre vitale Kräfte thätig sind, und diese Erscheinungen keineswegs der bloſsen Haarröhrchen-Wirkung der Pflan-

Digitized by Google

zenfaser zugeschrieben werden können. Sie zeigen ferner, dafs die Gefäfse eine *wahre Wahlanziehung* auszuüben im Stande sind, die sich im weitern Verfolg dieser Untersuchungen vielleicht selbst auf Gesetze zurückführen lassen dürfte, namentlich wenn man die Versuche von Saussure über die Aufnahme der Salze mit Rücksicht auf gegenwärtige Erfahrungen wiederholte, welchen Weg ich unverzüglich einzuschlagen gedenke.

Zunächst scheinen die eben erwähnten Beobachtungen schon sehr geeignet, neues Licht über alle die Versuche zu verbreiten, die von Barton, Bernhardi, Wildenow, um die sogenannte, die Vegetation reizende Eigenschaft des *Camphers* zu beweisen, angestellt worden sind. Sie beobachteten, dafs sich verwelkte Pflanzen in Campherauflösung ungemein schnell, ja sogar, wie aber ihre Gegenversuche nicht hinreichend beweisen, noch schneller als gleichzeitig in Wasser gestellte derselben Art erholten. Jedoch, wenn sie diese Versuche längere Zeit hindurch fortgesetzt hätten, würden sie gefunden haben, wie sich aus den von mir oben angegebenen Erfahrungen ergiebt, dafs sich jene Pflanzen nur erholten, um endlich der Einwirkung des Camphers zu erliegen. Dessen ungeachtet ist die Meinung, dafs der Campher auf die Vegetation reizend wirke, fast allgemein verbreitet, und ich würde es nicht wagen ihr entgegenzutreten, wenn mich nicht eine Reihe von Versuchen, deren Resultate ich hier mittheile, von dem Gegentheil belehrt hätten.

Nur auf die niedrigsten Stufen der Vegetation wirkt der Campher gleich der Blausäure nicht schädlich. Schimmelbildung findet in mit Campherdunst erfüllten Gläsern statt, ja mit Campherlösung befeuchtete thierische und vegetabilische Substanzen schimmeln so schnell, als andere mit blofsem Wasser benetzte, hingegen *Moose* werden getödtet und nehmen hiebei die Farbe an, welche wir bei dem Vertrocknen derselben beob-

Digitized by Google

achten. Unter andern nur das Nähere von einem Versuch: Am 23. März d. Jahres wurden Rasen von *Barbula muralis Timm.*, *Orthotrichum pumilum Sw.*, *Hypnum velutinum L.*, *Dicranum purpureum L.* mäfsig befeuchtet in ein 12 Unzen Wasser haltendes Glas mit einer Drachme in 8 Stücken zerschnittnen Campher eingeschlossen. Erstere beiden waren mit fast reifen, aber mit der Calyptra noch bedeckten, letztere mit völlig grünen Capseln versehen. Ungeachtet es an Feuchtigkeit nicht fehlte, so begannen schon am 1. Apr. die Blätter der *Barbula* braun zu werden, das *Orthotrichum* sich dunkler zu färben, und die Capseln von beiden zusammenzuschrumpfen; das *Dicranum* nahm eine röthliche Farbe an, die grünen Capseln desselben, so wie die des *Hypni*, vertrockneten völlig mit dem obern Theil der *seta*. Am 7. Apr. war das Maximum der Erscheinungen eingetreten, während im *Gegenversuch Orthotrichum* und *Barbula*, wegen Wachsen der Capsel, im Begriff standen die Calyptra abzuwerfen, die grünen, unreifen Capseln der übrigen an Umfang zugenommen und alle ihre ursprüngliche Farbe bewahrt hatten.

Wenn abgeschnittene Theile der Pflanzen in Campherlösung (die ich mir immer, wie auch in den folgenden Versuchen, durch 10 Minuten lang dauerndes Reiben zweier Gran Campher mit 1 Unze Wasser bereitete) gebracht wurden, so begannen die Stängel nach dem Verlauf der Gefäfse braun zu werden, ihr voriges Volumen verminderte sich, endlich vertrockneten sie wie die Blätter, bei denen diese Erscheinungen von den Blattrippen ausgingen. Nach dem verschiedenen Bau modificirten sich diese Phänomene: Am schnellsten traten sie bei den weichen, krautartigen Theilen der Dikotyledonen, langsamer bei den strauchartigen Stängeln derselben ein, namentlich bei den Coniferen, am spätesten oft erst nach 8—12 Tagen bei den Monokotyledonen und Farnkräutern ein

ized by Google

Vergebens versuchte ich durch Anwendung höchst verdünnter Campherlösung irgend eine reizende Eigenschaft desselben zu erforschen. So lange die Campherlösung noch durch den Geschmack den Gehalt an Campher verrieth, starben hineingesetzte Pflanzenstängel, die freilich bei einem so hohen Grad der Verdünnung von höchst zarter Structur seyn müssen; anderen von steiferem Bau, wie Monokotyledonen, wird sie nicht gefährlich.

Milchabsondernde Pflanzen aus allen Familien verloren, wie durch Blausäure, ätherische Oele und Alkohol, die Fähigkeit Milch abzusondern; mit sichtbarer Bewegung versehene Theile der Pflanzen, wie die Blüthen der Raute, Parnassie, Berberitzen, die Blätter der Leguminosen u. s. w., *wurden gelähmt;* aber nicht eher traten in beiden Fällen diese Erscheinungen ein, bevor nicht die oben beschriebene organische Zerstörung in diesen Theilen sichtbar ward.

Die Aufnahme der Campherlösung geschah am schnellsten bei abgeschnittenen Theilen der Pflanzen, weniger schnell durch die Wurzeln. Mit Wurzeln versehene Pflänzchen starben später als andere abgeschnittene Stängel derselben Art, und nur durch wiederholtes Begiefsen mit Campherlösung wurden in Erde befindliche Vegetabilien vernichtet.

Am entschiedendsten und ungemein rasch wirkte die Ausdünstung des Camphers. Pflanzen aus den verschiedenartigsten Familien der Mono- und Dikotyledonen wurden in sehr kurzer Zeit getödtet, indem Blätter und Stängel eine braune Farbe annahmen und endlich vertrockneten. Auf diese Weise begannen bereits nach 3 Tagen die Nadeln der Weymuthskiefer, die saftigen Blätter von *Mesembryanthemum aureum, deltoideum, Crassula cordata, Sempervivum ciliare, Sedum aizoon* nach 5 Tagen, die Wedel der Farnkräuter (*Blechnum occidentale, boreale, Polypodium aureum, patens*) schon nach 24 Stunden zu sterben, welche sämmtlich bei 10—12°

Digitized by Google

Temperatur mit 2 Drachmen Campherpulver in einer 2 Berliner Quart haltenden Glaskrause eingeschlossen waren.

Da ein Minimum des Campherdunstes schon hinreichte, die Pflanzen zu tödten, war ich auch vergebens bemüht, verwelkte Pflanzen in demselben wieder zu beleben; Erbsenpflanzen in einem 6 Unzen fassenden Glase eingeschlossen, welches ein Cran pulverisirten Camphers enthielt, wurden nach 6 Tagen vernichtet, jedoch trieben die Wurzeln, wie ich auch schon früher bei Einwirkung anderer schädlichen Stoffe beobachtete, aufs Neue Stängel, die jedoch bald einem ähnlichen Schicksal unterlagen.

Eben so wenig konnte ich eine reizende Wirkung des Campherdunstes auf die Blätter der *Mimosa pudica* bemerken, wie doch Einige behaupten wollen. Wurden die Blätter während des Schlafes, also in geschlossenem Zustand, dem Campherdunst ausgesetzt, so öffneten sie sich keineswegs früher, als mit beginnendem Morgen, blieben auch den Tag über noch empfindlich, und verloren nicht eher ihre Bewegungsfähigkeit, bis sich Spuren der beginnenden Bräunung und Vertrocknung der Blättchen zeigten. Dieſs fand z. B. bei einem in der Nacht vom 25. zum 26. August d. Jahres in Campherdunst gebrachten Ast der *Mimosa pudica* erst am 27. Abends statt. Begann das Vertrocknen in der Zeit des Schlafes, so blieben die Blättchen geschlossen, hingegen in der Zeit des Wachens geöffnet, und fielen so endlich in beiden Fällen von den Stielen ab.

Auch die Farbe der Blüthen ward vom Campherdunst theilweise verändert, und zwar auf dieselbe Weise, wie ich dieſs in Folge der Einwirkung der ätherischen Oele beobachtete, und in der oben genannten Schrift, p. 46. und 47., näher auseinandersetzte; so die meisten blauen und fleischrothen Farben in weiſs oder schmutzigbraun, die weiſsen und die meisten gelben Farben, na-

Digitized by Google

mentlich die der Compositen, blieben dagegen unverändert u. s. w.

Merkwürdigerweise vermag jedoch Campher die Keimfähigkeit der Saamen nicht zu vernichten. Unter andern folgende Beobachtung: Am 12. Apr. d. J. schlofs ich Saamen von *Lepidium sativum* und *Avena sativa* mit einer halben Unze Campherpulver in einem 12 Unzen haltenden Glase ein. Nach 24 Stunden nahm ich einen Theil derselben heraus, und sah sie zu eben derselben Zeit als andere Saamen gleicher Art keimen, die nicht dem Campherdunst ausgesetzt waren. So setzte ich diesen Versuch täglich fort bis zum 15. Mai, und immer entwickelten sich die Keime, desgleichen am 28. Juni, ja auch noch am 22. August, obgleich nun die Saamen über 4 Monat im Campherdunst gelegen hatten. Eben so keimten auch die Saamen in Campherlösung und mit derselben befeuchteten Erde, die jungen entwickelten Pflänzchen starben aber durch fortdauerndes Begiefsen.

Bei den getödteten Pflanzen zeigte der überall in ihrer Substanz stattfindende Camphergeruch die wirkliche Aufnahme desselben in das Innere des Vegetabils, und die anatomische Untersuchung, dafs auch hier ähnliche Veränderungen, wie sie die Blausäure, Alkohol und ätherischen Oele hervor zu bringen pflegen, eingetreten waren, nämlich eine Lähmung der Function des Zellgewebes, Vernichtung des *turgor vitalis*.

Aus allen Resultaten der vorstehenden Versuche, und namentlich aus den letztern, ergiebt sich nun, dafs die Einwirkung des *Camphers* auf die Vegetation der der in chemischer Hinsicht so verwandten ätherischen Oele völlig nahe kommt; und so wenig auch immer solche Untersuchungen als völlig abgeschlossen zu betrachten sind, so glaubte ich sie doch vorläufig als beendigt ansehen zu dürfen, wenn ich auch noch in quantitativer Hinsicht jene Identität nachzuweisen bemüht war. Zahlreiche Versuche haben mir nun in dieser Hinsicht gezeigt, dafs rück-

Digitized by Google

sichtlich der Wirkung der Ausdünstung des Camphers 1 Gran desselben einen halben Gran ätherischen Oeles gleich kommt, und in Hinsicht jener oben angezeigten Campherlösung ein in einer Unze Wasser enthaltener Tropfen ätherischen Oeles gleiche der Vegetation nachtheilige Erscheinungen hervorzurufen vermag.

X. *Ueber die Einwirkung der sogenannten narkotischen Gifte auf die Pflanzen;*

von H. R. Goeppert, Dr. Med.

(Vorgelesen zu Berlin in der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte.)

In unserer Zeit hat man oft behauptet, dafs Stoffe, welche auf das thierische Leben schädlich einwirken, auch dem vegetabilischen feindlich entgegenträten, und namentlich hat man diese Meinung in Beziehung auf die Einwirkung der *narkotischen Gifte*, welche im thierischen Organismus so ausgezeichnete Erscheinungen hervorbringen, auch auf den vegetabilischen geltend zu machen gesucht. Alle diese Gifte stören allerdings das gewöhnliche Wachsthum der Pflanzen, wirken auf ihre Verrichtungen schädlich, ja tödten dieselben endlich, aber keineswegs dürfen wir den Grund dieses Verderbens in einer *dynamischen, die Vegetationskraft direct lähmenden* Wirkung jener Substanz suchen, sondern in eigenthümlichen Veränderungen, welche die Gefäfse der Pflanze durch die verschiedenartigen Stoffe erleiden, die unter dem Namen Extractivstoff begriffen werden. Um die eben ausgesprochene Meinung zu begründen, habe ich bei allen meinen Untersuchungen, wenn ich Pflanzen in Auflösungen narkotischer Stoffe brachte, Gegenversuche mit Auflösungen für das thierische Leben völlig indifferenten Substanzen als Aufgüsse von *rad. et hb. Taraxaci*, *Hb.*

ized by Google

hb. Farfarae u. dergl., die aber eine gleich grofse Menge ausziehbaren Stoffes enthielten, angestellt, und mich immer überzeugt, dafs die mehr oder minder den Pflanzen schädliche Wirkung derselben nur dem gröfsern oder geringern Gehalt an letzterem beizumessen war.

Infusionen, Abkochungen und frisch ausgepreſste Säfte, je nach der Natur der Pflanze, von nachstehenden, dem thierischen Leben schädlichen Stoffen, wurden zu diesen Versuchen verwandt, *rad. et hb. Belladonnae, hb. Conii maculati, rad. et hb. Cicutae virosae, hb. et sem. Daturae Stramonii et Metel, hb. et sem. Hyoscyami nigri et pallidi, hb. Aconiti Napelli et Cammari, hb. Lactucae virosae, hb. Digitalis purpureae et ambiguae, cort. Angusturae spuriae seu Bruceae ferrugineae, nuces vomicae, faba St. Ignatii, sem. Cocculi.*

Folgende Resultate ergaben sich aus den mit diesen Substanzen angestellten Versuchen (deren ausführlichere Darstellung erst später in einer eignen Schrift erscheinen wird), *Saamen* (*sem. Avenae sativi, Tritici sativi, Lepidii sativi, Pisi sativi, Tropaeoli majoris*) *keimen in concentrirten Aufgüssen jener Stoffe* (aus einer halben Unze Substanz zu 4—6 Unzen Colatur) *eben so, als wenn sie in Erde befindlich mit diesen Flüssigkeiten begossen wurden.* Erbsen und Hafer trieben unter andern auch in der frischen Wurzel des Wasserschierlings (*Cicutae virosae*) Keime, obgleich sie beständig mit dem den Thieren so schädlichen in den Zellen enthaltenen Saft desselben in Berührung waren, und wuchsen während 3 Wochen, vom 21. Juni bis 16. Juli vorigen Jahres, fort, bis sie endlich von der die Wurzel bereits zerstörenden Fäulnifs ergriffen wurden.

Bereits entwickelte Pflanzen sterben zwar in den concentrirten Aufgüssen und den frisch ausgepreſsten Säften derselben, mit Wurzeln versehene später als abgeschnittene Stängel, *aber nicht früher als in andern,*

eine gleiche Menge ausziehbarer Theile enthaltenden, indifferenten, oben bereits genannten Flüssigkeiten.

Jedoch findet hier eine aufserordentliche Verschiedenheit rücksichtlich der Individualität der Pflanzen und der Temperatur, bei welcher diese Versuche angestellt werden, statt, die hier nur im Allgemeinen angegeben werden können. In andern Untersuchungen, die aber bis jetzt noch nicht zur Bekanntmachung reif sind, werde ich mich zu zeigen bemühen, dafs alle diese Abweichungen in den Veränderungen begründet sind, die die verschiedenen extractiven Theile der Pflanzen durch allerlei chemische Processe, saure und geistige Gährung, Ausscheidung von Salzen u. dergl. erleiden. Manche Pflanzen, wie z. B. *Sisymbrium amphibium*, Blätter von Sträuchern, vertragen nur eine äufserst geringe Menge Extractivstoff, andere, wie z. B. Erbsen, dauern in höchst concentrirten Aufgüssen (wie z. B. von dem oben bei dem Keimen angegebenen Gehalt) längere Zeit aus, einige sterben bald, wenn bei hoher Temperatur die Zersetzung der Flüssigkeiten beginnt, wie diefs namentlich sehr oft in den so schleimigen Aufgüssen der Krähenaugen geschieht; andere wachsen selbst unter der mit Schimmel bedeckten Oberfläche derselben fort, wie z. B. Erbsenpflanzen in Kokkelskörnerdecoct; endlich verwelken einige unmittelbar, wenn, bei hoher Temperatur der Atmosphäre, zwischen dem Abschneiden vom Mutterstamm und dem Einbringen in die Flüssigkeit auch nur eine kurze Zeit verstrich. Zwiebeln von *Hyacinthus orientalis* trieben in Aufgüssen von der oben erwähnten Concentration des Opiums, der Krähenaugen, falschen Angustura, der Kokkelskörner, Belladonnakraut und der indifferenten *rad. Taraxaci* zwar Wurzeln, welche aber bald mit einem braunen Ueberzug bedeckt wurden, und dann anfingen zu faulen. (Als ich ungeachtet dieses ungünstigen Erfolges mit 2 Zwiebeln den Versuch in Opium und Aufguls von *rad. Taraxaci* fortsetzte, bemerkte ich im Ver-

lauf des vorigen Winters, dafs endlich nach 3 bis 4 Mal vergeblich versuchter Wurzelbildung dieselbe endlich ganz aufhörte, dessen ungeachtet aber die Pflanze nicht starb, sondern Blätter und Blüthenstängel trieb, die zu völliger Entwickelung gelangten.) Zwiebeln von *Allium Cepa* wachsen hingegen lange Zeit in jenen Auflösungen fort, und schwängern sich z. B. in Krähenaugenaufgufs bei fortbestehendem Leben der Pflanze mit diesem Stoff, wie der stark bittere Geschmack des sonst nicht *bittern* Krautes derselben entschieden beweist.

Eben so völlig indifferent in Beziehung auf dynamische Wirkung verhalten sich die obengenannten Substanzen gegen die mit sichtbarer Bewegungsfähigkeit oder sogenannter Reizbarkeit versehenen Theile der Vegetabilien. Ich habe in dieser Hinsicht den gröfsten Theil der mit jener Eigenschaft versehenen Pflanzen untersucht, und wiederholentlich folgende Resultate erhalten.

Pflanzen der *Mimosa pudica* mit den concentrirten Auflösungen jener schädlichen Stoffe, als des Opiums, Kokkelskörner, Belladonna u, dergl, und der indifferenten Stoffe, z. B. Löwenzahnwurzel, begossen, fangen nach einiger Zeit an kränklich und mithin weniger empfindlich zu werden, wenn der Boden mit dem Extractivstoffgehalt dieser Flüssigkeiten überladen ist, wird dieser aber durch häufiges Begiefsen mit Wasser entfernt und weggespült, erholen sie sich und erlangen ihre vorige Empfindlichkeit wieder.

Blattfiedern der genannten Pflanze, die sich in jenen giftigen und nicht giftigen Auflösungen befinden, öffnen sich am Morgen und schliefsen sich am Abend mehrere Tage hindurch regelmäfsig, verlieren jedoch diese Fähigkeit früher als andere, die in reines Wasser getaucht sind. Jedoch ist hier die Temperatur der Atmosphäre und der Flüssigkeit wohl zu berücksichtigen, da sich bekanntlich mit Erniedrigung derselben auch die Reizbarkeit der Pflanze vermindert, und man wohl leicht verleitet wer-

den dürfte, die hieraus resultirende geringere Empfindlichkeit der Wirkung des Giftes zuzuschreiben.

Ferner: die Staubfäden von *Berberis vulgaris L.*, *ilicifolia Forst.*, *aristata*, *emarginata Willd.* Rücksichtlich der reizbaren Staubfäden der Berberitzarten verweise ich auf eine von mir für das 3. Quartalheft 3. Bd. der Linnaea gelieferten Abhandlung, wo ich das Verhalten der narkotischen Gifte zu denselben näher aus einander gesetzt habe. Nachträglich bemerke ich noch zu jener Abhandlung, dafs ich auch in diesem Jahre das merkwürdige Verhalten der Quecksilberdämpfe, dafs dieselben nämlich wohl die Blätter und Blumenblätter jener Pflanze, aber nicht die Reizbarkeit der Staubfäden vernichten, wiederholentlich bestätigt fand. An einem andern Orte werde ich mich bemühen, diese sonderbare und den übrigen Erfahrungen fast widersprechende Erscheinung näher aufzuhellen. *Ruta graveolens L.*, *augustifolia Pers.*, *divaricata Tenore*, *Saxifraga Aizoon*, *sarmentosa L.*, *longifolia Lapeyr.*, *punctata L.*, *Polygonum orientale L.*, *Parnassia palustris L.* bewegten sich zur Narbe und kehrten wieder zurück, die von *Zygophyllum Tabago L.* und *Dictamnus albus L.* erhoben sich zu derselben, die Narben selbst von *Mimulus guttatus* und *glutinosus L.*, *Martinia Proboscidea L.*, *Bignonia Catalpa* bleiben empfindlich, wenn sich auch die Blüthen dieser Pflanzen in jenen Auflösungen befanden, oder mit ihnen betupft wurden. Bekanntlich wirkt auch die *Ausdünstung* verschiedener jener giftigen Stoffe, als die des Opiums, des Stechapfels, Bilsenkrauts, der Schierlingsarten, schon schädlich auf den thierischen Organismus; auf den vegetabilischen hingegen verhält sie sich völlig *indifferent*, worin ich vielleicht wohl mit Recht eine *neue* Bestätigung der oben gewonnenen Resultate sehen dürfte.

Saamen keimen, und gekeimte Saamen entwickeln

Digitized by Google

sich ungehindert in verschlossenen, mit den Ausdünstungen jener Stoffe erfüllten Gefäfse.

So oft ich auch Pflanzen mit bedeutenden Quantitäten Opium oder frisch zerschnittenen Kraut oder Wurzel von Bilsenkraut, Belladonna, Eisenhut, der Schierlingsarten u. s. w. in Gläsern einschlofs, beobachtete ich doch niemals eine Hemmung der Entwicklung oder des Wachsthums der Vegetation. Wegen beginnender Fäulnifs der letzten Substanzen konnten diese Versuche jedoch selten länger als 8 Tage fortgesetzt werden, mit dem trocknern Opium aber gelang es Monate lang. Unter andern nur einen Versuch: Am 28. April 1827 ward die Spitze einer zum Theil ihrer Oberhaut entblöfsten Bohnenpflanze (*Phaseolus coccineus L.*) in einen ziemlich geräumigen Glaskolben geleitet, in welchen sich 3 Unzen in kleine Stücken zerschnittenen Opiums befanden. Die Entwicklung der Pflanze ging rasch vorwärts, und erst am 20. Juni, also fast nach 2 Monaten, begann die Pflanze wegen Mangel an Raum, da sie mit ihren Schlangenwindungen den ganzen Kolben einnahm, an zu kränkeln. Eine andere, die gleichfalls am 28. April mit ihrer Spitze durch eine mit Opium erfüllte geräumige Glasröhre geleitet wurde, so dafs der in derselben befindliche und von seiner Oberhaut entblöfste Theil den Ausdünstungen dieser giftigen Substanz ausgesetzt war, wuchs fort, blühte häufig und befand sich vollkommen wohl, als ich am 4. Juli den Versuch beendigte, nachdem ich die Pflanze in der Sitzung der botanischen Section der schlesischen Gesellschaft vorgezeigt hatte.

Auch die Reizbarkeit und Bewegungsfähigkeit der Gewächse wird durch die Ausdünstung jener Stoffe nicht gestört.

Die Bewegung der Staubfäden und der Narben der obengenannten Pflanzen geht in derselben ungehindert vor sich. Eine mit Wurzeln versehene *Mimosa pudica*,

Digitized by Google

die sich nicht einmal in ihrem natürlichen Standort der Erde, sondern in klarem Flufswasser befand, ward in einem 8 Pfund Wasser haltenden Glase mit 3 Unzen zerschnittenem Opium am 2. Juli 1827 eingeschlossen. Regelmäfsig legten sich die Blättchen des Abends zusammen, öffneten sich des Morgens, und nur gegen Ende des Monats fing sie an einige Blättchen zu verlieren und überhaupt weniger empfindlich zu werden, welche Veränderung aber, wie ein mit Ausschlufs des Opiums gleichzeitig und in Gefäfsen derselben Gröfse angestellter Gegenversuch bewies, nur dem der Natur dieser Pflanze ganz entgegengesetzten Aufenthalt im Wasser zuzuschreiben war. Uebrigens erholte sich auch jene Pflanze völlig, als ich sie aus dem Wasser wieder in die Erde versetzte.

Jedoch nicht nur die Ausdünstung der des Lebens beraubten vielfach genannten giftigen Pflanzen, sondern auch die der lebenden ist für die Vegetation völlig unschädlich; obgleich es allerdings fast überflüssig scheinen dürfte, nach den bereits gewonnenen Resultaten hierüber noch Untersuchungen anzustellen. Versuche dieser Art wurden mit Gartenschierling (*Conium maculatum L.*), Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger L.*) und Stechapfelpflanzen (*Datura Stramonium L.*) gemacht, die sich in einen mit einer sehr geräumigen Glasglocke bedeckten Napf befanden. In diesen Napf säte ich Erbsen und Hafer, sie entwickelten sich, wuchsen in diesem abgeschlofsnen Raum mit jenen giftigen Pflanzen, in dem einen Versuch anderthalb, in dem andern 2 Monate lang, fort, bis sie die $2\frac{1}{2}$ Fufs betragende Höhe der Glasglocke erreichten, wo ich alsdann mich genöthigt sah, den Versuch zu beenden.

Wenn ich nun auf dem Wege des Versuchs nachgewiesen habe, *dafs die genannten narkotischen Substanzen sich rücksichtlich ihrer dynamischen Wirkung auf die Vegetation als völlig indifferent verhalten,* hierin

Digitized by Google

also auch die Pflanzen sich so bedeutend von den Thieren unterscheiden, so dürften doch auch vom theoretischen Standpunkt aus diese Erfahrungen weniger auffallend erscheinen, wenn wir bedenken, dafs jene Stoffe vorzugsweise nur das Nervensystem der Thierreiche afficiren, Nerven aber, oder auch diesen nur analoge Organe, ungeachtet der Bemühungen von Dutrochet, bei den Pflanzen noch nicht nachgewiesen sind, und auch wohl nie entdeckt werden möchten, endlich dafs der Gesammtorganismus und die Functionen der Pflanze in Vergleich zu den Thieren überhaupt zu einfach sind, als dafs sie vermöchten vielen *verschiedenartigen* Dingen auch eine *verschiedenartige* Reaction entgegenzusetzen.

XI. *Ueber die Wirkungen der giftigen Gase auf Pflanzen; von E. Turner, Prof. der Chemie an der Universität zu London, und R. Christison, Prof. der gerichtlich-polizeilichen Medicin zu Edinburg.*

(*Edinb. Journ. of Science, Vol. VIII. p.* 140.)

Da wir im verflossenen Juli wegen eines Prozesses aufgefordert wurden, ein gerichtliches Gutachten über die Wirkung der Sodafabriken auf die benachbarte Vegetation abzugeben, und da wir keine bestimmte Angaben hinsichtlich des Einflusses der in jenen Anstalten entwickelten Gasarten auf das Pflanzenleben auffinden konnten; so wurden wir veranlafst, einige Versuche hierüber anzustellen. Anfänglich bezweckten diese nur unsere eigene Belehrung; allein da wir seitdem erfuhren, dafs der Fall, um welchen wir befragt worden, sich nicht weniger als drei bis vier Mal in Schottland ereignet hatte, und, abgerechnet die zweifelhaften und widersprechenden Zeug-

Digitized by Google

nisse unwissenschaftlicher Leute, bisher keine Angaben über diesen Gegenstand bekannt gemacht waren; so glaubten wir, dafs ein kurzer Abrifs von unsern Versuchen denen nützlich seyn könnte, die in gleichen Fall mit uns kommen würden.

Ueberdiefs haben wir die Wirkungen einiger andern Gasarten untersucht, und die Resultate davon hier beigefügt, nicht als wenn wir sie an sich für sehr wichtig hielten, sondern nur, um die Botaniker auf diefs wenig benutzte, aber wahrscheinlich schätzbare Hülfsmittel zu pflanzen-physiologischen Untersuchungen aufmerksam zu machen. Die interessanten Versuche des Hrn. Marcet*)

*) *Ann. de chim. et de phys. XXIX. p.* 200. — In den Versuchen des Hrn. Marcet wurden die Pflanzen, meistens Bohnenpflanzen und Rosenzweige, übergossen mit Lösungen von arseniger Säure, salzsaurem Quecksilber und Zinn, schwefelsaurem Kupferoxyd und essigsaurem Bleioxyd, von Opium, von Brechnufs-, Kokkelskörner-, Belladonna- und Schierlingextract, von Blausäure, Oxalsäure und Campher, und endlich mit Alkohol und Kirschlorbeerwasser. Aus der Gesammtheit seiner Versuche zieht derselbe folgende Schlüsse. 1) Dafs die metallischen Gifte auf die Pflanzen nahe eben so wie auf die Thiere wirken, und dafs es scheint, als würden sie absorbirt und nach den verschiedenen Theilen der Pflanzen hingeführt, wo sie dann deren Gewebe durch ihre ätzende Wirkung verändern und zerstören. 2) Dafs die Pflanzengifte, und besonders diejenigen unter ihnen, welche erwiesenermafsen die Thiere nur vermöge ihrer Wirkung auf das Nervensystem tödten, auch den Tod der Pflanzen herbeiführen. Da man nun nicht annehmen kann, dafs Gifte, welche das organische Gewebe der Thiere durchaus nicht angreifen, auf das der Pflanzen in dem Maafse einwirken sollten, dafs diese nach wenigen Stunden sterben; so halte ich es für sehr wahrscheinlich, dafs in den Pflanzen ein System von Organen vorhanden sey, welches von gewissen Giften auf dieselbe Art, wie das Nervensystem, angegriffen wird.

Hr. Marcet hat auch einige Versuche mit Gasarten angestellt, welche, da sie in näherer Beziehung mit der Untersuchung der englischen Naturforscher stehen, hier noch erwähnt werden mögen.

Es ist eine bekannte Thatsache, sagt Hr. M., dafs wenn

Digitized by Google

über die Wirkungen starrer und flüssiger Gifte auf das Leben der Pflanzen, nebst den hier folgenden über die Wirkungen der Gase, werden zeigen, dafs diese Untersuchungen dem aufmerksamen Forscher eben so viele

man eine Pflanze aus der Erde nimmt, und sie mit den Wurzeln in einen mit etwas feuchter Luft gefüllten Recipienten bringt, so dafs Stamm und Blätter aufserhalb bleiben, sich dann in dem Recipienten nach einigen Stunden eine gewisse Menge Kohlensäure vorfindet. (Diese Thatsache ist zuerst von Th. de Saussure beobachtet worden. Er stellte mit jungen Kastanienbäumen Versuche an, welche mit den nachfolgenden gleichen Zweck hatten, und im Allgemeinen auch gleiche Resultate lieferten. Man sehe dessen *Recherches chimiques sur la végétation, p.* 104.) Man hat diese Thatsache dadurch erklärt, dafs man sagte, die Kohlensäure werde durch Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit dem überschüssigen Kohlenstoff der Wurzeln gebildet. Die folgenden Versuche wurden angestellt, um zu sehen, ob eine Pflanze schneller sterbe, wenn ihre Wurzeln sich in einem Recipienten befinden, der keinen Sauerstoff enthält, so dafs also die Bildung der Kohlensäure und die Verzehrung des überschüssigen Kohlenstoffs der Pflanzen unmöglich wird.

Ich wählte dazu sechs einander völlig ähnliche Bohnenpflanzen, und brachte jede in einen über Wasser aufgestellen Recipienten, so dafs die hineingeleiteten Gasarten stets mit Feuchtigkeit geschwängert blieben. Die Wurzeln der Bohnenpflanzen befanden sich in dem Recipienten, in deren oberen Theil eine Oeffnung war, durch welche die Stängel gingen, so dafs sie und die Blätter sich in der Luft des Zimmers befanden. Nachdem die Oeffnungen der Recipienten luftdicht verschlossen worden, leitete ich in jeden eine andere Gasart hinein; in den ersten brachte ich atmosphärische Luft; in den zweiten, Wasserstoffgas; in den dritten, Kohlensäure; in den vierten, Stickstoffoxyd; und in den fünften, Stickgas.

1) *Atmosphärische Luft.* Die Pflanze befand sich 48 Stunden lang vollkommen wohl. Nach diesem Zeitraum verwelkten die Blätter allmählig.

2) *Wasserstoff.* Die in diesen Recipienten gebrachte Pflanze fing schon nach Verlauf von 5 bis 6 Stunden an zu verwelken und nach 14 bis 16 Stunden war sie völlig abgestorben; die Blätter waren welk und der Stängel hing nach vorn herab.

3) *Kohlensäure.* Schon nach einer oder zwei Stunden fing die Pflanze an zu verwelken, und nach 8 bis 10 Stunden war

Digitized by

nützliche Thatsachen für die Physiologie der Pflanzen wie für die der Thiere darbieten.

Es war anfänglich unsere Absicht einen Bericht von den, bei den gerichtlichen Verhören vorgebrachten Thatsachen zu geben; allein bei näherer Erkundigung fanden

sie todt; alle Blätter waren welk, und der Hauptstängel war in seiner Mitte gekrümmt.

Die Kohlensäure scheint also den Wurzeln der Pflanzen nachtheiliger als das Wasserstoffgas zu seyn, wie dieſs auch bei den Lungen der Thiere der Fall ist. Die Pflanzen müssen auch in der That sehr schnell sterben, wenn sie von diesem Gase umgeben sind, weil sich in demselben gerade die Substanz im Ueberschuſs befindet, welche die Pflanze durch ihre Vegetation hervorzubringen sucht; und weil die schon gebildete Kohlensäure, als keinen freien Sauerstoff enthaltend, die Bildung einer gröſseren Menge dieser Säure hindert.

4) *Salpetergas.* Erst nach 6 Stunden fingen die Blätter an herabzuhängen, und erst nach 12 Stunden starb die Pflanze. Ist hier vielleicht durch Verbindung des Sauerstoffs des Salpetergases mit dem überschüssigen Kohlenstoff der Wurzeln ein wenig Kohlensäure gebildet, und dadurch das Leben der Pflanze verlängert? Da das Salpetergas so leicht zersetzbar ist, so halte ich dieſs nicht für unwahrscheinlich.

5) *Stickgas.* Die Blätter der in dieses Gas gesenkten Bohnenpflanze fingen fast augenblicklich an herabzuhängen; nach drei Stunden waren der Stängel und die oberen Blätter gänzlich herabgebogen und verwelkt, und nach fünf Stunden war dieſs auch mit den untern Blättern der Fall. Dieses Gas scheint also schleuniger zu wirken, als alle übrigen, zu diesen Versuchen angewandten Gasarten.

Es würde sehr interessant seyn, durch Versuche zu ermitteln, ob sich bei Pflanzen, die eine tiefe Pfahlwurzel treiben, eine weniger beträchtliche Menge Kohlensäure bildet, und ob also die Gegenwart der atmosphärischen Luft für die Wurzeln dieser Pflanzen weniger nöthig sey, als für die, welche der Erdoberfläche näher sind. Eben so wäre es von Interesse zu untersuchen, ob bei jungen Pflanzen, die sich gewöhnlich in dem letzteren Falle befinden, mehr Kohlensäure gebildet würde. Zeit und Mittel, haben mir nicht erlaubt, diese Versuche weiter fortzusetzen; doch hoffe ich dereinst von Neuem mich mit ihnen beschäftigen zu können.

Digitized by Google

wir die Aussagen so widersprechend und unvereinbar, dafs wir uns mit unseren eigenen Untersuchungen begnügen mufsten. Wir bemerken daher nur, dafs die rohe Soda (*black-ash*) seit vielen Jahren einen wichtigen und ausgedehnten Fabricationsartikel ausmacht. Sie ist eine von den Substanzen, die bei der Darstellung der Soda aus Glaubersalz, und besonders aus dem Rückstand von der Bereitung des Bleichpulvers erzeugt wird. Im Laufe des Prozesses, durch welchen sie gebildet wird, entwikkelt sich etwas Chlor und ein guter Theil von schwefliger Säure; und in den Fabriken, in denen man die rohe Soda in kohlensaures Natron verwandelt, wird abermals eine Menge schwefliger Säure in Freiheit gesetzt. Unsere Aufmerksamkeit wurde deshalb zunächst auf diese Gase gelenkt, und besonders auf das schwefligsaure Gas.

Das *schwefligsaure* Gas scheint, selbst in sehr geringen Mengen, ungemein verderblich auf die Pflanzen zu wirken. Wir beobachteten zunächst, dafs wenn wir eine Resedapflanze in eine Flasche von 470 Cubikzoll brachten, und zu der Luft nur vier oder selbst nur zwei Cubikzoll schwefligsauren Gases hinzusetzten, die Blätter derselben grünlichgrau wurden, und in wenigerals 2 ½ Stunden stark verwelkten; obgleich sie dann heraus genommen und in Wasser gestellt wurde, starb sie bald ab. Wir fanden darauf, dafs wenn etwas weniger als ½ Cubikzoll in eine Flasche von 509 Cubikz. gebracht wurde, eine hinein gesetzte Resedapflanze nach 3 Stunden anfing ihre Farbe zu verlieren und zu verwelken; obgleich sie 3 Stunden nach dem Verwelken herausgenommen wurde, starb sie doch nach wenigen Tagen. Die eigenthümlichen und ungemein schädlichen Wirkungen des Gases zeigen sich indessen besser, wenn die verhältnifsmäfsige Menge desselben zur Luft noch geringer ist, wie z. B. in dem folgenden Versuch. Eine weitmündige Flasche, welche eine Mischung von 6 Cubikzoll Luft und 0,23 Cubikzoll schwefliger Säure enthielt, wurde, mit der Mündung nach oben,

Digitized by Google

an ein 20 Zoll hohes Stativ befestigt. Auf dem Boden stand eine junge Resedapflanze, ein junges Laburnumbäumchen, und ein junger Lerchenbaum, welche sämmtlich wenigstens fünf Tage zuvor umgepflanzt, und frisch begossen worden waren. Ueber das Ganze wurde eine Glasglocke von 2 Fufs Höhe gestellt und sorgfältig auf dem Tische festgekittet. Die Glocke besafs eine Capacität von 2000 Cubikzoll, und daher machte das schwefligsaure Gas nur den 9000sten Theil der Luft aus. Die Glocke war dem hellen Tageslichte, doch nicht dem Sonnenschein ausgesetzt. Durch einen ähnlichen Versuch mit einer Resedapflanze allein hatten wir zuvor gefunden, dafs sie in weniger als 24 Stunden angegriffen wurde; und in einem späteren Versuche mit einem Laburnumbäumchen zeigten sich, bei denselben Verhältnissen, sichtliche Wirkungen in 9 Stunden. In dem gegenwärtigen Versuch war, wegen der grofsen Fläche von feuchter Erde, welche etwas von dem Gase absorbirte, die Wirkung langsamer und unvollständiger. Innerhalb 48 Stunden zeigte sich jedoch bei allen Pflanzen eine deutliche Einwirkung. Bei einigen Blättern der Resedapflanze und des Lerchenbaums waren die Spitzen graulich gefärbt, eingeschrumpft und vertrocknet, und beim Laburnum waren die drei unteren Blätter mit unregelmäfsig graulichgelben trocknen Flecken gesprenkelt. Hierauf wurde die Luft mit demselben Antheile von Gas erneuert, und die Pflanzen aufs Neue 48 Stunden lang derselben ausgesetzt; während dieser Zeit dehnte sich die Wirkung allmählig gegen die Stängel hin und mehr auf die Blätter aus. Nach Herausnahme der Pflanzen, war die Erde noch feucht. Die mittleren Blätter der Reseda, und die unteren des Lerchen- und Laburnumbäumchen hatten am meisten gelitten. Die Blätter der Reseda waren hauptsächlich an den Spitzen und Rändern verwelkt: beim Lerchenbaum waren es viele an den Spitzen und einige in der Mitte. Beim Laburnum waren sie gleichförmiger auf

Digitized by Google

der ganzen Fläche angegriffen, und bedeutend verwelkt; ein leichter Druck war hinreichend, um die Blätter von den Stielen und die Stiele von dem Stamme abzubrechen. Einige Blätter waren sogar schon unter der Glocke von der Pflanze abgefallen. Die Blattknospen waren bei keiner dieser Pflanzen angegriffen.

Die Wirkung dieses Giftes ist dem gewöhnlichen Absterben der Blätter im Herbst sehr ähnlich. Bei mehrmaliger Wiederholung des Versuchs war der Erfolg unverändert derselbe. Das Gas betrug oft nur den 10000sten Theil der Luft, und doch waren alle entfaltete Blätter innerhalb 48 Stunden fast zerstört. Wir bemerkten, dafs das Verwelken und Kräuseln der Blätter immer eine oder zwei Stunden lang, nachdem die Pflanzen in freie Luft gebracht worden, zunahm, so dafs einige Blätter, welche anscheinend unter der Glocke nur wenig gelitten hatten, hernach in der Luft schnell und gänzlich abstarben. Bei diesen geringen Antheilen vom Gase wurde indefs die ganze Pflanze niemals getödtet. Nahe an den Stielen blieben, besonders bei den oberen Blättern, einzelne Segmente grün und saftig, und die Knospen trieben frische, doch gewöhnlich welke Blätter. Selbst wenn das Verhältnifs des Gases gröfser war, wurden die Pflanzen nicht gänzlich getödtet; der Stamm wurde nur angegriffen, wenn man die Gasmenge beträchtlich vermehrte, und selbst dann litt nur der obere Theil desselben. Man wird weiterhin sehen, wie verschieden diese Erscheinungen von den Wirkungen der tödtlichen, nicht reizenden Gasarten sind.

Es verdient einer besonderen Erwähnung, dafs die verhältnifsmäfsige Menge von schwefliger Säure, welche auf diese Art den Pflanzen so tödtlich zu seyn scheint, kaum oder gar nicht durch den Geruch bemerkbar ist. Wenn $\frac{1}{1000}$ von schwefligsaurem Gase der Luft beigemischt war, konnten wir, obgleich unser Geruchssinn nicht abgestumpft war, doch dasselbe nicht durch den Geruch wahrnehmen. Diese einfache Thatsache ist wich-

Digitized by Google

tig in Bezug auf einige Zeugnisse, welche man wider die gegen die chemischen Fabriken erhobenen Klagen beigebracht hat, nämlich, dafs in der Nachbarschaft dieser Anlagen keine Ausdünstungen zu riechen, und diese also nicht angehäuft genug seyen, um schädlich zu wirken.

Wir halten uns durch diese Versuche indefs nicht zu dem unfehlbaren Schlusse berechtigt, dafs Fabriken, in welchen schwefligsaures Gas, selbst in grofser Menge, entwickelt wird, gerade der umgebenden Vegetation nachtheilig seyn müfsten. Es ist vielmehr wahrscheinlich, ja gewifs, dafs die Luft in der Nachbarschaft der gröfsten Fabriken noch weit geringere Antheile von dem Gase enthalte, als die, mit welcher wir experimentirten. Allein dennoch ist sicher die Annahme erlaubt, dafs wenn in kurzer Zeit solche ungewöhnliche Wirkungen von so geringen Beimischungen entstehen, auch ähnliche, wenn gleich nicht so tödtliche Wirkungen in längerer Zeit durch geringere und beständig erneuerte Gasmengen hervorgebracht werden müssen.

Das nächste Gas, dessen Wirkungen wir besonders untersuchten, war das chlorwasserstoffsaure oder salzsaure Gas.

Die Wirkungen desselben schienen uns nicht schwächer, sondern sogar stärker zu seyn, als die des schwefligsauren Gases. Bei unseren ersten Versuchen fanden wir, dafs $4\frac{1}{2}$ Cubikzoll, mit hundert Mal so viel Luft gemischt, und 2 Cubikzoll mit 400 Mal so viel Luft gemischt, die Blätter einer Resedapflanze innerhalb 10 Minuten graulich-gelb färbten, sie darauf verwelkend machten, und in fünf Stunden gänzlich tödteten, wo dann die Blätter feucht und sauer waren. Wir beobachteten darauf, dafs ein halber Cbzll. Gas in 500 Cbzll. Luft auf eine andere Resedapflanze innerhalb einer Stunde zu wirken anfing, und alle Blätter innerhalb 20 Stunden tödtete; dafs die Pflanze, obgleich sie alsdann herausgenommen wurde, bald starb; dafs aber die Blätter weder

Digitized by Google

feucht noch sauer waren, wie bei den vorhergehenden Versuchen. Nachdem mit geringen Antheilen von Gas mehrere Versuche, die ähnliche Resultate gegeben hatten, angestellt worden, wurde zuletzt der folgende Versuch gemacht.

Ein Fünftel-Cubikzoll salzsauren Gases wurde mit drei Cubikzollen Luft in einer Flasche gemischt, und unter einen Recipienten gestellt, von gleicher Form und Gröfse mit dem, welcher bei den Versuchen mit dem schwefligsaurem Gase gebraucht war, auch wurden dieselben Vorsichtsmafsregeln getroffen, um eine allmählige gleichförmige Mischung zu erhalten. Die angewandten Pflanzen waren ein 5 Zoll hoher Laburnum und ein kleiner Lerchenbaum. Nach neun Stunden schienen bei dem Laburnum einige Blätter mit den Rändern einwärts gekrümmt, und nach 12 Stunden war diese Wirkung unzweifelhaft. Als wir die letztere Untersuchung bei Kerzenlicht machten, konnten wir nicht mit Bestimmtheit sagen, ob die Farbe verschossen war. Nach 24 Stunden hatten jedoch alle Blätter eine graulich-grüne Farbe und das Ansehen von Trockenheit, und ihre Ränder waren gekräuselt und gekrümmt. Die Kräuselung nahm in den nächsten 24 Stunden zu, nach deren Ablauf die Pflanzen in die Luft des Zimmers gebracht wurden. Die unteren Blätter waren sichtlich am meisten angegriffen, und einige derselben fielen ab, wenn die Pflanze geschüttelt wurde; bis auf ein junges, halb entfaltetes, an der Spitze, war keins der Einwirkung entgangen; alle übrigen schienen gänzlich abgestorben. Wie bei den Versuchen mit dem schwefligsauren Gase, nahm hier das Kräuseln und Krümmen der Blätter schleunig zu, nachdem die Pflanze aus der Glocke herausgenommen war. Diefs mufs wahrscheinlich der rascheren Verdampfung ihrer, nun nicht mehr durch die Blattstiele ersetzten Feuchtigkeit zugeschrieben werden. Der Lerchenbaum, dessen Veränderungen sich unter der Glocke nicht

Digitized by Google

recht wahrnehmen liefsen, da seine Farbe im gesunden und im verwelkten Zustande nahe dieselbe war, zeigte sich bei näherer Untersuchung runzlich und vertrocknet, besonders an den untern Blättern und an den Spitzen derselben. Keine dieser Pflanzen starb indefs. Die entfalteten Blätter waren sämmtlich getödtet, allein die Knospen entwickelten sich allmählig, obgleich sie an den Spitzen verletzt waren.

Diefs Gas mufs also dem Pflanzenleben sehr nachtheilig seyn, da eine so geringe Menge, als ein Fünftel-Cubikzoll, verdünnt mit 10000 Theilen Luft, die ganze Vegetation einer Pflanze von beträchtlicher Gröfse in weniger als zwei Tagen tödtete. Ja wir fanden späterhin sogar, dafs *ein Zehntel-Cubikzoll dieses Gases in* 20000 *Raumtheilen Luft* beinahe dieselben Wirkungen hervorbrachte. In 24 Stunden waren die Blätter eines Laburnums sämmtlich an den Rändern aufgerollt, vertrocknet und entfärbt; und obgleich die Pflanze darauf in die freie Luft gebracht wurde, schrumpften sie doch zusammen und starben. Gleich wie die schweflige Säure wirkt also das salzsaure Gas in einen für den Geruchsinn unwahrnehmbaren Grad schon nachtheilig. Selbst ein Tausendstel vom salzsauren Gas ist noch nicht deutlich wahrzunehmen, und $\frac{1}{10000}$ erregt keine Empfindung in der Nase, mit welcher Sorgfalt man auch die zur Mischung gebrauchten Gefäfse ausgetrocknet haben mag.

Die übrigen Gase, deren Wirkungen untersucht wurden, waren Chlorgas, salpetrigsaures Gas, Schwefelwasserstoffgas, Ammoniak, Cyangas, Kohlenoxydgas, ölbildendes Gas und Stickstoffoxydulgas. Unsere Untersuchungen mit denselben sind indefs nur flüchtig gewesen.

Vom *Chlor*gas liefsen sich gleiche Wirkungen wie vom salzsauren Gase erwarten, und so ist es auch in der That; doch scheinen sie langsamer einzutreten. Zwei Cubikzoll Gas, mit 200 Theilen Luft gemischt, fingen erst nach drei Stunden an auf eine Resedapflanze zu wirken;

und

Digitized by Google

und bei einem halben Cubikzoll in 1000 Th. Luft trat die Verletzung einer andern Pflanze erst nach 24 Stunden ein. Wenn aber die Pflanzen angegriffen worden, zeigte sich ein gleiches Verwelken, Bleichen und Austrocknen.

Salpetrigsaures Gas ist wahrscheinlich eben so tödtlich, als das schwefligsaure und salzsaure. In dem Verhältnifs von $\frac{1}{180}$ griff es die Blätter einer Resedapflanze in zehn Minuten an; und ein halber Cubikzoll in 700 Volum. Luft bewirkte innerhalb einer Stunde ein Verschiefsen in's Gelblichgrüne, und innerhalb 24 Stunden ein Verwelken und Vertrocknen. Die Blätter waren auf ihrer Oberfläche nicht sauer.

Die Wirkungen des *Schwefelwasserstoffgases* sind von denen der sauren Gase ganz verschieden. Die letzteren greifen die Blätter zuerst an der Spitze an und dehnen ihre Wirkung allmälig bis zu den Blattstielen aus; wenn sie in beträchtlichen Verhältnissen angewandt werden, beginnt ihre Wirkung in wenig Minuten, und wenn ihre Menge nicht zu grofs ist, so bleiben die nicht angegriffenen Theile lebendig, wenn die Pflanze in freie Luft gebracht wird. Ganz anders wirkt das Schwefelwasserstoffgas. Zwei Cubikzoll, mit 460 Cubikzoll Luft gemischt, hatten innerhalb 24 Stunden keine Wirkung. $4\frac{1}{2}$ Cubikzoll in 80 Vol. Luft brachten in 12 Stunden keine Verletzung zu Wege, aber nach 24 Stunden hingen mehrere Blätter, ohne Farbenveränderung, senkrecht und völlig erschlafft an den Stielen herab. Obgleich die Pflanze darauf in freie Luft gebracht wurde, fing auch der Stamm an zu welken und sich zu krümmen; die ganze Pflanze fiel bald darauf um und starb. Als die Wirkungen einer grofsen Quantität Gas, z. B. von 6 Cubikzoll in dem 60fachen Vol. Luft, sorgfältig beobachtet wurden, fand sich, dafs das Verwelken in 10 Stunden auf einmal von den Blattstielen anfing, während dagegen die Blätter, abgerechnet eine Schlaffheit, ganz gesund

erschienen. Nicht eine Pflanze genas, deren Blätter, bevor sie in freie Luft gebracht worden, verwelkt waren.

Die Wirkungen des *Ammoniakgases* sind den eben erwähnten des Schwefelwasserstoffgases genau ähnlich, abgerechnet, dafs die Blätter, nachdem sie welk geworden, auch etwas einschrumpfen. Die allmälige Erschlaffung der Blätter, das Biegen derselben da, wo sie am Stiele sitzen, das darauf folgende Beugen des Stammes selbst, und die, gleichsam fortschleichende, Erschlaffung und Erschöpfung von Blatt zu Blatt, und dann den Stamm herab, sind sehr auffallende Erscheinungen. Zwei Cubikzoll Gas, mit 230 Vol. Luft gemischt, wirken schon nach 10 Stunden. In gröfserer absoluter und relativer Menge scheint es langsamer zu wirken.

Wenn man diese Erscheinungen mit denen beim schwefligsauren und salzsauren Gase beobachteten vergleicht, so scheint es, dafs man in Bezug auf das Pflanzenleben einen Unterschied zwischen den giftigen Gasen aufstellen kann, der dem zwischen den reizenden und narcotischen Giften bei den Thieren entspricht. Die Gase, welche für die Thiere Irritantia sind, scheinen auf die Pflanzen örtlich zu wirken, indem sie zuerst die am wenigsten mit Feuchtigkeit versehenen Theile zerstören. Die narkotischen Gase dagegen, wenn man darunter diejenigen begreift, welche auf das Nervensystem der Thiere wirken, greifen die ganze Pflanze auf einmal an und zerstören so das Leben derselben. Die ersten wirken wahrscheinlich, indem sie den Blättern Feuchtigkeit entziehen, die letzteren aber durch eine unbekannte Einwirkung auf ihre Lebensthätigkeit. Die ersteren scheinen auch auf die Pflanzen keine jener sympathetischen Einwirkungen auf das Leben überhaupt auszuüben, welche bei Thieren auf eine so merkwürdige Weise den durch die localsten Reizmittel veranlafsten Verletzungen nachfolgen *).

*) Anderweitige Beschäftigungen hindern uns an den nöthigen Untersuchungen zur Prüfung derjenigen practischen Anwendungen,

Digitized by Google

Das *Cyangas* wirkt anscheinend wie die beiden letzten Gase, doch kräftiger. Zwei Cubikzoll, mit 230 Mal so viel Luft verdünnt, griffen eine Resedapflanze in fünf Stunden an. Ein halber Cubikzoll, in 700 Vol. Luft, griff ein anderes Exemplar in 12 Stunden an; und $\frac{1}{3}$ Cubikzoll, in 1700 Vol. Luft, wirkte auf ein drittes Exemplar in 24 Stunden. Die Blätter verwelkten an dem Stamme, ohne die Farbe zu verlieren, und als nach an-

welche unsere Versuche zu zulassen scheinen. Eine derselben wollen wir jedoch kürzlich erwähnen. Die oben beschriebenen Verschiedenheiten zeigen, dafs die Kränklichkeit der Vegetation in und bei grofsen Städten, von einem irritirenden Gase herrühren mufs, sobald, was wohl selten oder nie der Fall ist, nicht andere Umstände hinsichtlich des Bodens und der Lage als Ursache davon anzusehen sind; die Pflanzen werden selten gänzlich getödtet, sondern nur in ihrem Wachsthum zur unrechten Jahreszeit gestört. Im Frühling fangen sie mit einem üppigen Wuchs an, welcher auf dem Lande nicht schöner seyn kann; allein wenn die Blätter ausgewachsen sind, und sie nicht mehr den Ueberschufs von Feuchtigkeit besitzen, den sie jung erhielten, so verwelken sie. Wie genau fallen nicht diese Erscheinungen mit denen zusammen, welche man, nach unsern Versuchen, von dem Einflusse irritirender Gase erwarten mufs. Solche Gase, namentlich schwefligsaures Gas, werden von unserm Kohlenfeuer in reichlicher Menge entwickelt. Es ist eine allgemeine Bemerkung, dafs der in Atmosphäre verbreitete Kohlenrauch den Pflanzen schadet, allein es ist uns nicht bekannt, dafs man bis jetzt einen genügenden Grund davon angegeben habe. Eine sonderbare Thatsache, und die einzige hieher gehörige, welche wir auffinden konnten, ist indefs in Evelyn's *Fumifugium* erwähnt. Es wird nämlich daselbst gesagt, dafs als Newcastle in einem Jahre während des Revolutionskrieges belagert wurde, und deshalb die Kohlen in London ungemein theuer waren, hier in mehreren Gärten die Fruchtbäume, welche nie zuvor getragen hatten, ganz mit Früchten beladen waren. Allein das *Fumifugium* enthält so manche abgeschmackte und unglaubliche Thatsache, und zeigt einen so unberufenen Eifer, jedes Uebel in London auf Rechnung des Kohlendampfs zu schieben, dafs der jetzige Naturforscher natürlich Anstand nehmen mufs, dem lebhaften und scharfsinnigen Verfasser, selbst bei dem Wahrscheinlichen, Glauben beizumessen.

Digitized by Google

gefangener Verwelkung die Pflanze in freie Luft gebracht wurde, genas sie nicht wieder.

Das *Kohlenoxydgas* gehört wahrscheinlich auch in diese Classe, doch wirkt es weit schwächer. $4\frac{1}{2}$ Cubikzoll, mit 450 Cubikzoll Luft verdünnt, hatten innerhalb 24 Stunden keine Wirkung auf eine Resedapflanze 23 Cubikzoll, mit 115 Cubikzoll Luft gemischt, schien in derselben Zeit eben so wenig Wirkung ausgeübt zu haben; doch begann die Pflanze, nach Herausnahme aus der Glocke, zu verwelken, und sie konnte nicht wieder belebt werden.

Oelbildendes Gas, in der Menge von $4\frac{1}{2}$ Cubikzoll und in dem Verhältnifs von $\frac{1}{100}$ zur Luft, hatte nach 24 Stunden durchaus keine Wirkung.

Das *Stickstoffoxydulgas*, oder Lustgas, ist das letzte, welches wir versucht haben, und unter allen zugleich das unschädlichste. 72 Cubikzoll wurden mit einer Resedapflanze 48 Stunden lang in einer Flasche von 509 Cubikzoll stehen gelassen; aber nach Verlauf dieser Zeit war keine merkliche Veränderung eingetreten.

In allen vorhergehenden Versuchen, mit Ausnahme der mit geringen Verhältnissen von schwefligsaurem und salzsaurem Gase angestellten, wurde das Gas auf den Boden der Flasche gebracht, während die Pflanze an einem Gestelle sich nahe bis zum oberen Theil derselben erhob. Es ist kaum nöthig hinzuzusetzen, dafs auch vergleichende Versuche mit Pflanzen in Glocken mit reiner Luft angestellt wurden.

Es ist bekannt, dafs Pflanzen zuweilen von einem und demselben Agens auf verschiedene Weise angegriffen werden. Einige gedeihen unter Umständen, welche andern schädlich sind, und allem Anscheine nach hängt die Verschiedenheit nicht blofs von der Natur des Bodens ab. Sir Humphry Davy hat gefunden, dafs, während einige Pflanzen in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas wachsen, andere dagegen von diesem Gase schnell

Digitized by Google

vernichtet werden. Wir dürfen daraus vermuthen, dafs man, bei Anstellung derartiger Versuche, eine Menge sonderbarer und interessanter Resultate erhalten würde. Wir müssen indefs bemerken, dafs von sechs verschiedenen Pflanzenspecies, die dem schwefligsauren Gase ausgesetzt wurden, alle nahe in gleichem Grade von diesem Gase angegriffen zu seyn schienen.

XII. *Ueber die Wirkung zwischen Schwefelsäure und Alkohol, und über die Natur des Prozesses der Aetherbildung;*

von Hrn. H. Hennell.

(*Philosoph. Transact. f.* 1828. *pt. II. p.* 365.)

Vor einiger Zeit bin ich mit einer Untersuchung über die Natur des Weinöls und der schwefelweinsauren Salze beschäftigt gewesen, und die Resultate derselben sind für wichtig genug gehalten, dafs man sie mit einer Stelle in den *Philosophical Transactions* beehrt hat *). Seit dieser Zeit ist es ein wichtiger Punkt für mich gewesen, die besonderen Veränderungen zu erforschen, welche bei der Bildung des Aethers aus Schwefelsäure und Alkohol stattfinden. Aus den *Annales de chimie et de physique* vom letzten November **) ersehe ich, dafs die HH. Dumas und Boullay mit demselben Gegenstande beschäftigt gewesen sind, und dafs sie Versuche angestellt haben, sowohl über die Bildung des Aethers, als auch über die Natur der schwefelweinsauren Salze, und, wie sie meinen, doch irrig, über die Natur des Weinöls ***). Aus den

*) *Phil. Trans.* 1826. *pt. III.* (dies. Ann. Bd. 85. S. 12.)

**) Dies. Ann. Bd. 88. S. 93. *P.*

***) Die Substanz, mit welcher diese Herren arbeiteten, scheint, ihrer eigenen Erzählung zufolge, der Kohlenwasserstoff, der sich

bekannt gemachten Abhandlungen kann man ersehen, dafs unsere Resultate hinsichtlich der schwefelweinsauren Salze und des Weinöls von einander abweichen; und eine nicht geringere Verschiedenheit herrscht zwischen ihren Schlüssen in Bezug auf die Aetherbildung und den von mir erhaltenen Resultaten, welche ich jetzt beschreiben will.

Wenn Alkohol und Schwefelsäure zu gleichen Gewichtstheilen mit einander vermischt werden, ohne andere als die hiebei entstehende Erwärmung, so bildet sich hauptsächlich Schwefelweinsäure, indem mehr als die Hälfte der Schwefelsäure durch Verbindung mit Kohlenwasserstoff in jene eigenthümliche Säure umgewandelt wird *). Wenn aber diese Mischung, welche eine so grofse Menge von Schwefelweinsäure enthält, destillirt wird, so bildet sich hauptsächlich Aether, und die Schwefelweinsäure verschwindet. Es fragt sich nun: ob der Aether durch die directe Wirkung zwischen der in der Mischung zurückgebliebenen Menge von Alkohol und Schwefelsäure zugleich mit gebildet worden sey, oder: ob die Schwefelweinsäure dazu mitgeholfen habe, oder: ob es ein wesentlicher Zustand der Elemente sey, der zwischen der Mischung von Säure und Alkohol, und der Entwicklung des vollständig gebildeten Aethers in der Mitte stehe. Die HH. Dumas und Boullay, welche die nämlichen Fragen, oder einige derselben, behandelt haben, erklären sich dahin, dafs die Verhältnisse der Substanzen, welche Aether bilden, ganz unabhängig sind von denen, welche Schwefelweinsäure hervorbringen; allein die folgenden Thatsachen beweisen meiner Meinung nach das Gegentheil.

Es wurde eine Portion Vitriolöl zu vergleichenden

mittelst der Alkalien von dem Weinöl trennen läfst, gewesen zu seyn, und nicht die besondere, bisher mit dem Namen Weinöl belegte Substanz. (Vergl. dies. Ann. Bd. 88. S. 107. *P.*)

*) Die Schwefelsäure verliert bei dieser Verbindung die Hälfte ihrer Sättigungskraft, und alle Salze der neugebildeten Säure sind löslich.

Digitized by Google

Versuchen genommen, und eben so etwas Alkohol von 0,820 specif. Gewicht. 500 Gran Vitriolöl, mit essigsaurem Bleioxyd gefällt, gaben 1500 Gran schwefelsaures Bleioxyd.

500 Gran Vitriolöl wurden mit 500 Gran Alkohol vermischt, und nach 48 Stunden verdünnt und mit essigsaurem Bleioxyd gefällt. Es wurden nur 616 Gr. schwefelsaures Bleioxyd erzeugt, so dafs durch das Vermischen sehr nahe drei Fünftel der Schwefelsäure in Schwefelweinsäure umgewandelt worden, und etwas mehr als zwei Fünftel Schwefelsäure als solche zur Einwirkung auf den zurückgebliebenen Alkohol, der volle zwei Drittel des angewandten betrug, übrig blieben.

Eine andere Mischung von Säure und Alkohol, in gleichen Verhältnissen und zu gleicher Zeit mit der vorherigen gemacht, wurde nun destillirt, bis 117 Gr. übergegangen waren; diese bestanden aus Wasser, Alkohol und etwas Aether. Der Rückstand in der Retorte hatte keine Verkohlung erlitten, und nachdem er verdünnt, und mit essigsaurem Bleioxyd gefällt worden war, wurden 804 Gran schwefelsaures Bleioxyd erhalten, was in der Menge der Schwefelsäure eine Vermehrung anzeigt, die 188 Gran schwefelsauren Bleioxyds entspricht.

Eine ähnliche, zu gleicher Zeit und in gleichen Verhältnissen mit den beiden früheren gemachte, Mischung von Alkohol und Schwefelsäure, wurde darauf destillirt, bis 200 Gran übergegangen waren, wovon der gröfste Theil aus Aether bestand. Der unverkohlte Rückstand in der Retorte wurde, nachdem er verdünnt worden, wie zuvor mit essigsaurem Bleioxyd gefällt, und dadurch 986 Gran schwefelsauren Bleioxyds erhalten. Diese enthalten nahe zwei Drittel der ursprünglich zugesetzten Schwefelsäure, und die Vermehrung derselben durch die Destillation betrug mehr als die Hälfte derjenigen, welche vor der Erhitzung vorhanden war. Bei der Destillation und bei der Aetherbildung ist also zugleich eine

Digitized by Google

gewisse Menge der Schwefelweinsäure wiederum in Schwefelsäure verwandelt worden, und die letztere scheint in dem Verhältnisse an Menge zuzunehmen, als sich in dem Destillate die Menge des Aethers vermehrt.

Eine ähnliche Mischung von Alkohol und Schwefelsäure, welche zu gleicher Zeit und in gleichen Verhältnissen mit den drei vorhergehenden gemacht worden war, wurde destillirt, bis 200 Gr. übergegangen waren. Darauf wurden dem Rückstand in der Retorte 200 Gr. Wasser zugesetzt, und 160 Gr. von ihm abdestillirt. Dann wurden abermals 200 Gr. Wasser hinzugefügt und die Destillation erneuert. Endlich wurden noch 500 Gr. Wasser hinzugefügt, und die Destillation fortgesetzt, bis die Menge des Destillats dem hinzugesetzten Wasser gleich kam. Der Zweck hiebei war, möglichst allen Aether und Alkohol abzusondern, um zu erfahren, bis wie weit die Umwandlung der Schwefelweinsäure in Schwefelsäure wohl geführt werden könne. Bei dieser Operation entwickelte sich kein Geruch nach schwefliger Säure, noch fand eine Verkohlung des Rückstandes in der Retorte statt; als dieser mit essigsaurem Bleioxyd gefällt wurde, entstanden 1480 Gran schwefelsauren Bleioxyds. Diefs ist nur ein Geringes weniger als die 1500 Gran, welche die Säure geben mufste, wenn sie nicht auf den Alkohol eingewirkt hätte. Es ergiebt sich hieraus, dafs fast die ganze Menge der Schwefelweinsäure wieder auf den Zustand von Schwefelsäure zurückgeführt worden ist, was in vollen Widerspruch mit der Meinung steht, dafs Unterschwefelsäure gebildet werde, wenn Schwefelsäure und Alkohol auf einander einwirken.

Nach diesen Versuchen ist es wahrscheinlich, dafs der Aether das Product der Zersetzung der Schwefelweinsäure sey; allein eine Mischung von gleichen Gewichtstheilen Alkohol und Schwefelsäure enthält, neben der Schwefelweinsäure, eine beträchtliche Menge von unveränderter Säure und Alkohol; denn in einer solchen Mi-

Digitized by Google

schung werden drei Fünftel der Schwefelsäure, durch Verbindung mit dem Kohlenwasserstoff von etwas weniger als einem Drittel des angewandten Alkohols, in Schwefelweinsäure verwandelt. Ich versuchte nun auszumitteln, ob Aether erzeugt würde, wenn kein Alkohol zugegen wäre. Es wurde daher eine gewisse Menge schwefelweinsaures Kali bereitet. Nach den in dem erwähnten Theile der *Philos. Trans.* enthaltenen Aufsatze, sind in 100 Theilen dieses Salzes 28,84 Kali enthalten. 500 Gran des Salzes wurden mit 150 Gran Schwefelsäure, als nahe dem Aequivalent des Kali's in dem Salze, vermischt und darauf erwärmt. Der Versuch konnte daher als eine Destillation von Schwefelweinsäure betrachtet werden, welche mit dem, bei dem Prozesse als unthätig zu betrachtenden schwefelsauren Kali, und auch mit dem Wasser der Säure und des Salzes gemischt war. Die verhältnifsmäfsige Menge Wasser ist, wie man gefunden, von grofsem Einflufs; allein in dem gegenwärtigen Versuch destillirte ungefähr eine Drachme Flüssigkeit über, während ein geschwärztes und saures Salz in der Retorte zurückblieb, welches den Geruch der schwefligen Säure besafs. Ein Paar Gran kohlensauren Kali's, die zu dem Destillate hinzugethan wurden, entzogen demselben etwas Wasser; und als darauf die abgegossene Flüssigkeit mit etwas trocknem salzsauren Kalk geschüttelt wurde, zerfiel sie in zwei Theile. Der obere, welcher abgegossen wurde, betrug beinahe eine halbe Drachme, und ergab sich als reinen Aether. Dieses Resultat zeigt, dafs Schwefeläther aus schwefelweinsauren Salzen oder Schwefelweinsäure gebildet werden kann, wenn kein Alkohol zugegen ist.

Nun wurde ein anderer Versuch gemacht, der in Bezug auf die Natur und die Verhältnisse der Substanzen dem letzteren ähnlich war, abgerechnet, dafs das schwefelweinsaure Salz, vor der Vermischung mit Schwefelsäure, in einer gleichen Gewichtsmenge Wasser aufgelöst wurde. Der Versuch bestand daher aus einer Destil-

Digitized by

lation, nicht von concentrirter, sondern von verdünnter Schwefelweinsäure. Das Destillat, von dem ungefähr 9 Drachmen erhalten wurden, roch nicht nach Aether, auch konnte dieser nicht darin entdeckt werden. Es wurde kohlensaures Kali zu demselben hinzugesetzt, wodurch sich Wasser abschied, worauf ungefähr 3 Drachmen einer Flüssigkeit schwammen, die sich durch den Geruch, den Geschmack, und durch ihre Flamme als Alkohol auswies. Dieser wurde abgegossen und auf salzsauren Kalk geschüttet; allein es sonderte sich kein Aether ab, sondern das Ganze bildete eine gleichförmige Lösung, aus welcher sich durch Destillation sichtlich Alkohol abscheiden liefs, denn das Destillat gab bei Vermischung mit einer gleichen Gewichtsmenge Schwefelsäure wiederum Aether oder Schwefelweinsäure.

Bei diesem Versuche fand keine Schwärzung des Rückstandes in der Retorte statt, und bei Fällung mit essigsaurem Bleioxyd wurde die ganze Menge von Schwefelsäure erhalten, nicht blofs die zur Zersetzung des Salzes hinzugefügte Menge, sondern auch die doppelte Menge, welche, nach der Abtrennung des den Alkohol bildenden Kohlenwasserstoffs, aus der Schwefelweinsäure abgeschieden worden war.

In dem früheren Aufsatze zeigte ich, dafs das Weinöl, bei Erhitzung in Wasser, in Kohlenwasserstoff und Schwefelweinsäure zerfalle. Diesen Versuch wiederhole ich nun. 200 Gran Weinöl wurden in eine Retorte gebracht, und nachdem etwas Wasser hinzugefügt worden, erhitzt. Es ging ungefähr eine Drachme einer Flüssigkeit über, welche, nachdem sie abermals mit kohlensaurem Kali destillirt worden, hauptsächlich aus Alkohol zu bestehen schien, doch war die Gegenwart von Aether darin sehr merkbar. Dieser Versuch beweist, dafs Aether und Schwefelweinsäure gebildet werden, wenn, wie zu Anfange der Destillation der Fall war, keine Schwefelsäure zugegen ist.

In Bezug auf die zu Anfange dieses Aufsatzes auf-

Digitized by Google

geworfenen Fragen scheint mir aus den oben erzählten Thatsachen hervorzugehen, dafs der Aether, bei dem gewöhnlichen Prozesse seiner Bereitung, nicht gänzlich durch die directe Einwirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol, und unabhängig von der anwesenden Schwefelweinsäure, gebildet werde. Denn die Menge der freien Schwefelsäure ist klein im Vergleich zu der Menge des anwesenden Alkohols; es bleiben von der Säure nur zwei Fünftel, vom Alkohol dagegen mehr als zwei Drittel übrig. Ueberdiefs wird die Schwefelweinsäure für sich leicht in Aether und Schwefelsäure umgewandelt; auch wird bei der gewöhnlichen Destillation des Aethers die Schwefelweinsäure mehr oder weniger vollständig wieder in Schwefelsäure verwandelt, weshalb es wahrscheinlich ist, dafs sie die Aetherbildung unterstützt. In Bezug auf die dritte Frage kann die Meinung aufgestellt werden, dafs die Bildung der Schwefelweinsäure eine nothwendige Uebergangsstufe zur Bildung des Aethers aus Alkohol und Schwefelsäure sey. Zwar beabsichtige ich nicht diese Ansicht zu vertheidigen, allein dennoch verdient sie einige Bemerkungen.

Bei keiner der bis jetzt erdachten Verfahrungsarten kann der Aether, ohne Gegenwart der Schwefelweinsäure, aus Alkohol und Schwefelsäure gebildet werden. Sobald sich Aether gebildet hat, ist Schwefelweinsäure zugegen gewesen; sobald die Schwefelsäure so weit verdünnt worden ist, dafs sie mit Alkohol keine Schwefelweinsäure bildet, ist sie auch nicht fähig Aether mit Alkohol zu bilden. Schwefelweinsäure kann Aether, ohne Beihülfe von Alkohol erzeugen. Und obgleich bei der Destillation eine Mischung von gleichen Gewichtstheilen Alkohol und Schwefelsäure eine gröfsere Menge von Aether erzeugt zu werden scheint, als aus der Zersetzung der vor der Erhitzung in der Mischung zugegen gewesenen Schwefelweinsäure entstehen kann, so halte ich dennoch die Annahme nicht für ungereimt, dafs, während eine

Digitized by Google

Portion Schwefelweinsäure sich in Schwefelsäure und Aether zersetzt, gleichzeitig eine andere aus Alkohol und Schwefelsäure auf's Neue gebildet werde. Dafs Schwefelweinsäure durch Erhitzung einer Mischung von Schwefelsäure und Alkohol entsteht, ergiebt sich aus dem folgenden Versuch.

500 Gran Vitriolöl wurden mit 500 Gran Wasser verdünnt; und als die Mischung erkaltet war, wurden ihr 2000 Gran Alkohol von 0,820 spec. Gew. hinzugesetzt. Am folgenden Tage wurde die Mischung auf Schwefelweinsäure geprüft, allein es fand sich, dafs sie keine enthielt. Sie wurde darauf in eine Retorte gebracht, und eine Menge abdestillirt, die dem Gewichte nach dem angewandten Alkohol gleich kam, und ein spec. Gewicht von 0,842 besafs. Kohlensaures Kali schied eine beträchtliche Menge Wasser ab, während der ursprüngliche Alkohol diefs Salz nicht einmal befeuchtet haben würde. Als der Rückstand in der Retorte untersucht wurde, zeigte sich, dafs er jetzt Schwefelweinsäure enthielt. Beweis davon war, dafs kohlensaures Bleioxyd in beträchtlicher Menge davon gelöst wurde. Hier hatte sich also Schwefelweinsäure durch Erhitzung gebildet, wo sie vorher nicht vorhanden gewesen war. Diefs Resultat scheint auch der Meinung zu widersprechen, als wirke die Schwefelsäure bei der Aetherbildung nur dadurch, dafs sie dem Alkohol Wasser entziehe; denn die verdünnte Säure gab hier bei der Destillation einen Theil ihres Wassers ab, und schied dennoch eine Portion Kohlenwasserstoff von dem Alkohol ab.

Es ist schon oben bemerkt worden, dafs die Aetherbildung wesentlich von der Menge des zugegenseyenden Wassers bedingt werde, und dafs die Schwefelsäure, je nachdem sie concentrirt oder verdünnt ist, entweder Aether oder Alkohol liefere. Der Kohlenwasserstoff, welcher, wie ich in dem früheren Aufsatz gezeigt habe, die ungewöhnliche Eigenschaft besitzt, dafs er im Weinöl die

Digitized by Google

Schwefelsäure ganz, und in der Schwefelweinsäure dieselbe halb neutralisirt, befindet sich in der letztern Substanz in einem so eigenthümlichen Zustande, dafs er sich, je nach den Umständen, entweder mit der Wassermenge verbindet, die zur Bildung des Aethers nöthig ist, oder mit der gröfseren, welche zur Alkoholbildung erfordert wird.

In den Versuchen (S 277.), wo Aether oder Alkohol durch Destillation aus der mehr oder weniger verdünnten Schwefelweinsäure gebildet wurden, schien es, dafs die näheren Elemente der Schwefelweinsäure leicht getrennt und auf ihren ursprünglichen Zustand von Schwefelsäure und Alkohol zurückgeführt werden könnten. Der folgende Versuch wurde in der Absicht angestellt, diesen Punkt zu erläutern. 500 Gran Säure und 500 Gran Alkohol wurden wie zuvor gemischt und mehrere Tage stehen gelassen. Durch den früheren Versuch ist bekannt, dafs mehr als die Hälfte der Schwefelsäure hiedurch in Schwefelweinsäure übergeht. Durch Destillation und Verdünnung zugehörigen Zeiten würde diese Mischung Aether und Alkohol, und nahe die sämmtliche Menge Schwefelsäure gegeben haben. Doch, statt dieses mit derselben vorzunehmen, wurde sie mit 1000 Gran Wasser vermischt, und darauf destillirt, bis 1400 Gran übergegangen waren. Es fand keine Schwärzung oder Zersetzung der Schwefelsäure statt; auch wurde kein Aether gebildet, allein man erhielt fast die ganze anfängliche Menge des Alkohols und der Schwefelsäure wieder. Es fragt sich hiebei: ob die Erzeugung des Alkohols und Aethers bei diesen und ähnlichen Versuchen gänzlich durch das Verhältnifs des anwesenden Wassers bestimmt wird, oder: ob die von diesem Verhältnifs abhängige Temperaturdifferenz einen Einfluſs habe.

Wenn Aether und Schwefelsäure zusammen erhitzt werden, so finden sich Weinöl und Schwefelweinsäure unter den entstandenen Producten; und da diese Schwefel-

Digitized by Google

weinsäure, bei Verdünnung, leicht in Alkohol und Schwe
felsäure zersetzt wird, so liefert dieſs ein Mittel, Aethe
in Alkohol zu verwandeln. So läſst sich dann nach Be
lieben Aether in Alkohol, und Alkohol in Aether umbil
den, wenn man den Kohlenwasserstoff dieser Substanze
in jenen besondern Zustand versetzt, welchen er be
Verbindung mit der Schwefelsäure zu Schwefelweinsäur
annimmt. Wir können selbst noch weiter gehen, und ent
weder Alkohol oder Aether bilden, wenn wir ölbilden
des Gas als die Kohlenwasserstoffbase gebrauchen; denn
ich habe in meinem letzten Aufsatze gezeigt, dafs ölbil
dendes Gas, bei Verbindung mit Schwefelsäure, Schwe
felweinsäure bildet, und die so gebildete Säure bring
je nach den Umständen, entweder Aether oder Alkoho
hervor.

Es ist wohl kaum nöthig die auffallende Bemerkung
zu Ende des Aufsatzes der HH. Dumas und Boullay
zu berücksichtigen, doch müssen wir darauf aufmerksam
machen, dafs sie im sonderbaren Widerspruch mit den
Thatsachen und Meinungen stehen, welche von diesen
Chemikern in dem ersten Theile jenes und in dem vor
hergehenden Aufsatze aufgestellt worden sind. Die Per
sonen, welche beide Aufsätze, so wie die von Hrn. Fa
raday und mir, welche lange vor Erscheinung der letz
teren bekannt gemacht worden sind, gelesen haben, wer
den ohne weiteren Commentar im Stande seyn zu ent
scheiden, von wem die in diesen Aufsätzen enthaltenen
eigenthümlichen Ansichten zuerst ausgegangen sind.

XIII. *Von der Wirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol und den aus ihr hervorgehenden Producten.*

Unter diesem Titel hat Hr. Serullas am 21. Sept. d. J. eine Abhandlung im Pariser Institute vorgelesen, deren Hauptresultate, nach dem im *Journ. de chim. med., Année IV. p.* 658., gegebenen Berichte, folgende sind *).

1. Die Wirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol bildet nicht, wie man geglaubt hat, eine Verbindung von Unterschwefelsäure und einer vegetabilischen Substanz (Schwefelweinsäure).

2. Es bildet sich unter diesen Umständen eine Verbindung von Schwefelsäure, Kohlenwasserstoff und den Elementen des Wassers, in den Verhältnissen, welche Aether oder sauren schwefelsauren Aether bilden, welcher letztere durch Sieden allmälig seinen Aether abgiebt. Die Schwefelsäure hat folglich dem Alkohol ein Atom Wasser entzogen; und bis so weit stimmt dieſs mit der Theorie von Fourcroy und Vauquelin.

3. Der doppelt-schwefelsaure Aether (Schwefelweinsäure) verliert im Laufe der Operation den Theil der Schwefelsäure, wodurch er ein saures Salz ist, und bildet dann

*) In der wohl erlaubten Hoffnung, daſs der hier behandelte Gegenstand bald durch eine gründliche Untersuchung auf's Reine gebracht werde, habe ich diesen und den vorhergehenden Aufsatz den Lesern ohne weitere Bemerkungen mitgetheilt. Der aufmerksame Leser wird selbst sehr leicht ersehen, worin diese Arbeiten unter sich und mit den Untersuchungen der HH. Dumas und Boullay (dies. Ann. Bd. 88. S. 93. 430.) übereinstimmen, und worin sie einander widersprechen. Mit den hier mitgetheilten Resultaten des Hrn. Serullas vergleiche man übrigens die im Bd. 88. S. 624. mitgetheilten. *P.*

neutralen schwefelsauren Aether *), wovon ein Theil über destillirt, während ein anderer sich zersetzt, und zu allen den gleichzeitig entstehenden, bekannten Producten Veranlassung giebt.

4. Dieser neutrale schwefelsaure Aether, welcher unter die wohl charakterisirten chemischen Verbindungen gestellt werden mufs, und welchen man den Aethern der dritten Gattung beizählen kann, besitzt die Eigenschaft, dafs er eine schöne grüne Farbe annimmt, wenn man ihn im Vacuo austrocknet. Durch längere Berührung mit Wasser geht er, bei gewöhnlicher Temperatur, leicht in den Zustand des doppelt-schwefelsauren Aethers über, indem er den Antheil des Kohlenwasserstoffs, durch welchen er neutralisirt war, abgiebt. Da dieser Kohlenwasserstoff bei seiner Verbindung eine Verdichtung seiner Elemente erlitten hat, so erhält er sich in diesem Zustande, selbst nach Ausscheidung von der Verbindung, von welcher er einen Bestandtheil ausgemacht hat, und bildet flüssigen Kohlenwasserstoff (Weinöl) **) und starren Kohlenwasserstoff.

5. Der doppelt-schwefelsaure Aether (Schwefelweinsäure) verwandelt sich beim Kochen mit Wasser ohne Gasentwicklung, in Schwefelsäure und Alkohol.

6. Die Verbindungen, welche der doppelt-schwefelsaure Aether mit den Basen zu bilden im Stande ist, und welche man schwefelweinsaure Salze genannt hat, sind Doppelsalze, die ebenfalls beim Sieden mit Wasser sich gänzlich in Alkohol und ein saures schwefelsaures Salz verwandeln. Getrocknet, verwandeln sich dieselben Doppelsalze bei Erhitzung in schweflige Säure, Kohlenwasserstoff, neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff

*) Hr. Serullas versteht hierunter offenbar das schwefelsäurehaltige Weinöl, die neutrale Verbindung von Kohlenwasserstoff und Schwefelsäure. *P.*

**) Nämlich schwefelsäurefreies Weinöl.

Digitized by Google

stoff, in mehr oder weniger Alkohol, und in ein saures schwefelsaures Salz.

7. Das Weinöl und die aus demselben sich absetzende krystallinische Substanz sind, wie es auch Hr. Hennell angegeben hat, aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzt, in denselben Verhältnissen, in welchen diese Körper im Doppelt-Kohlenwasserstoff zugegen sind.

8. Der Schwefeläther enthält, in den ersten Momenten seiner Destillation, doppelt-schwefelsauren Aether, und späterhin eine mehr oder weniger beträchtliche Menge von neutralem schwefelsauren Kohlenwasserstoff, welche Producte man durch Verdampfung des Aethers schnell isolirt erhält.

9. Ein Mittel endlich, um neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff, und folglich auch Weinöl, zu erhalten, besteht darin, dafs man schwefelweinsauren Kalk, welcher am wohlfeilsten zu bereiten ist, nach Austrocknung, in einer Retorte durch Erhitzung zersetzt, und die Producte auffängt.

XIV. *Ueber ein Mittel, Metalle in Säuren aufzulösen, und über die Fabrikation einiger Metallsalze; von J. E. Bérard.*

(*Annal. de l'industr. franc. et étrang. T. I. p.* 78.)

Man weifs seit langer Zeit, dafs die meisten Metalle in sehr trockner Luft ihren Glanz behalten, während sie dagegen mehr oder weniger schnell anlaufen, wenn sie der feuchten Luft ausgesetzt werden, oder besser noch, wenn sie mit einem porösen feuchten Körper, der mit der Luft in Berührung steht, bedeckt sind. Die Oxydschicht, mit welcher man antike Medaillen, die lange in der Erde gelegen, überzogen findet, selbst wenn sie aus

den wenigst oxydirbaren Metallen verfertigt sind, läfst uns glauben, dafs es kein Metall gebe, welches nicht bei gleichzeitiger Berührung mit Wasser und Luft am Ende oxydirt werde. Anderseits ist man durch die Versuche der HH. Marshall und Guibourt *), welche gezeigt haben, dafs in trockner Luft selbst das Eisen seinen Glanz behält, zu der Annahme berechtigt, dafs bei gewöhnlicher Temperatur die Luft keine Wirkung auf irgend ein Metall ausübe, sobald beide vollkommen trocken sind **).

Die chemischen Kenntnisse gestatten heutigen Tages sich eine richtige Idee von diesen Erscheinungen zu machen. In der That glaube ich, kann man es als erwiesen ansehen, dafs Sauerstoffgas, im Zustande der Reinheit oder gemischt mit Stickstoff, wie in der atmosphärischen Luft, nicht im Stande ist bei gewöhnlicher Temperatur sich direct mit den Metallen zu verbinden, sobald er völlig trocken ist, während dagegen diese Verbindung vor sich gehen kann, wenn die Metalle mit dem in der Luft eines lufthaltigen Wassers befindlichen Sauerstoff in Berührung stehen. Die Ideen, welche man sich bis jetzt über die Art, wie diese Verbindungen vor sich gehen, hat machen können, kommen darin überein, dafs man annimmt, der Sauerstoff sey in dem Zustande, in welchem er sich im lufthaltigen Wasser befindet, geeigneter neue Verbindungen einzugehen, als in dem Zustande, in welchem er in der Luft vorhanden ist. Es würde nicht schwer halten, Beispiele von der durch den Sauerstoff des lufthaltigen Wassers bewirkten Oxydation anzuführen.

Wenn so z. B. ein Stück Metall in lufthaltiges Was-

*) *Annal. de chim. et de phys. T. II. p.* 40.

**) Eine Ausnahme hievon machen indefs wohl die Fälle, wo das Metall sehr fein zertheilt ist. Es ist bis jetzt wenigstens nicht erwiesen, dafs die pyrophorischen Eigenschaften des fein zertheilten Eisens, Kobalt und Nickels (siehe diese Ann. Bd. 79. S. 81.) in trockner Luft verschwinden. *P.*

Digitized by Google

ser eingetaucht wird, so überzieht sich seine Oberfläche mit einer Oxydschicht, die auf Kosten des Sauerstoffs der in dem Wasser enthaltenen Luft entsteht. Da das Wasser nur den zwanzigsten Theil seines Volumens an Luft enthält, so kann die Menge des auf Kosten dieser Luft gebildeten Oxyds nur sehr gering seyn; und wenn die Metalle, welche eine Zeit lang in dem Wasser eines offenen Gefäfses aufbewahrt worden, einer sehr tiefen Oxydation fähig sind, so rührt diefs daher, dafs hier eine continuirliche Wirkung stattfindet, die leicht zu begreifen ist, sobald man sich erinnert, dafs das Wasser, wenn es durch irgend ein Mittel seiner Luft beraubt worden, dieselbe bei Berührung mit der Atmosphäre sehr begierig wiederum absorbirt. Es folgt aus dieser Betrachtung, dafs das paſslichste Mittel, um ein Metall auf diesem Wege mit Sauerstoff zu verbinden, darin besteht, dafs man dem Metall die gröfstmöglichste Oberfläche giebt, und dasselbe mit einer Schicht Wasser bedeckt, die ihrerseits wiederum mit der Luft in Berührung steht. In der That sind diese Umstände die günstigsten, damit das Wasser den von ihm gelösten Sauerstoff an das Metall abtreten, und zu gleichem Zwecke wiederum von Neuem aufnehmen könne. Auch haben die HH. Marshall und Guibort, jeder seinerseits, beobachtet, dafs wenn man eine gewisse Quantität sehr zertheilten und angefeuchteten Eisens der Luft aussetzt, es sich bald mit einer so grofsen Menge von Sauerstoff verbindet, dafs dadurch eine beträchtliche Menge Wärme entwickelt wird.

Es scheint mir, als könne man die Stärke, mit welcher unter den besagten Umständen das Eisen sich mit dem Sauerstoff verbindet, von einer andern Ursache ableiten, nämlich davon, dafs die Oxydschicht, welche sich zunächst durch Verwandtschaft gebildet hat, bei Ueberziehung des Metalls eine galvanische Kette bilde, vermöge welcher das Metall positiver, und dadurch zur Auf-

Digitized by

nahme des Sauerstoffs der im Wasser gelösten Luft geeigneter werde. Diefs scheint mir daraus hervorzugehen, dafs die Stärke der auf diese Weise gebildeten Kette zuweilen grofs genug sey, um selbst eine Wasserzersetzung zu bewirken *). Sehr richtig haben auch die Herausgeber der *Annales de chimie et de physique* von dieser Ursache die Wasserstoffgasentwicklung abgeleitet, welche die HH. Marshall und Guibourt bei einigen ihrer Versuche beobachteten, als sie Eisen in gewöhnlicher Temperatur in blofse Berührung mit Luft und Wasser brachten.

Wie dem aber auch seyn mag, so geschieht diese Oxydirung der Metalle, welche, wie ich glaube, als ganz allgemein betrachtet werden kann, zuweilen so rasch, und sie ist dabei so wenig kostspielig, dafs sie grofsen Nutzen für die Künste verspricht; besonders scheint sie mir ein vortreffliches Mittel abzugeben, um Metalle in Säuren aufzulösen. Bis jetzt, wenn man dergleichen Lösungen bewerkstelligen will, fängt man damit an, dafs man das Metall durch Luft und Wärme, oder, während des Lösungactes, entweder auf Kosten des Sauerstoffs der Säure oder des des Wassers, oxydirt. Diese Operationen sind nicht immer leicht ausführbar und zuweilen kostspielig; blofs die letztere ist öconomisch, aber zugleich nur in wenigen Fällen anwendbar. Das Verfahren, welches ich vorschlage, ist niemals theuer, und wird einer vielfachen Anwendung fähig seyn.

Das beste Mittel, es im Grofsen auszuführen, besteht darin, dafs man das Metall in Spähne oder Körner verwandelt. Man schüttet diese in ein Gefäfs, auf die Art, dafs sie möglichst viel mit der Luft in Berührung kommen. Man füllt das Gefäfs, in welchem die Auflösung bewerkstelligt werden soll, mit der Säure; diese mufs aber

*) Nach Hrn. Hall's Versuchen (im vorigen Heft S. 145.) wäre indefs zu einer Wasserzersetzung die Gegenwart und Mitwirkung von Kohlensäure erforderlich. *P.*

Digitized by Google

sehr verdünnt seyn, denn wenn sie concentrirt wäre, würde das Wasser derselben, wegen seiner Verbindung mit der Säure, weniger im Stande seyn, sich mit der Luft zu verbinden. Bald darauf zapft man die Säure ab, und läfst das benetzte Metall mit der Luft in Berührung stehen; alsdann verbindet sich dieses mit dem Sauerstoff, und in den meisten Fällen mit einer solchen Kraft, dafs dabei eine Temperaturerhöhung stattfindet, die hinreichend ist, eine Verdampfung der das Metall bedeckenden Flüssigkeit zu bewirken. Die Gegenwart der Säure vermehrt in diesem Falle die Tendenz des Metalles, sich mit dem Sauerstoff der im Wasser gelösten Luft zu verbinden, da eine der Wirkungen ihres Contacts mit dem Metalle darin besteht, dafs sie dieses positiver macht.

Nachdem man das mit der verdünnten Säure benetzte Metall 10 bis 12 Stunden lang in Berührung mit der Luft gelassen hat, übergiefst man es von Neuem mit der zuvor abgezapften Säure, welche nun das als Hydrat vorhandene Oxyd mit der gröfsten Leichtigkeit auflöst. Einige Stunden darauf nimmt man die Säure wieder ab und läfst das befeuchtete Metall an der Luft stehen. Dieselbe Operation wird abermals erneuert und so fort. Durch Wiederholung dieser Operationen gelingt es in wenigen Tagen, die Säure völlig zu sättigen.

Das eben beschriebene Verfahren zur Auflösung der Metalle in Säuren ist vor langer Zeit von meinem Vater vorgeschlagen worden, um Zinn direct in Chlorwasserstoffsäure zu lösen *). Damals war die Ursache der Erscheinung unbekannt. Seitdem haben wir von diesem Verfahren in unserer chemischen Fabrik zu Montpellier so glückliche Anwendungen auf die Fabrication einiger Metallsalze gemacht, dafs ich glaube, es werde für die Fabrikanten von einigem Nutzen seyn, wenn ich sie auf dasselbe aufmerksam mache, und ihnen die Erklärung da-

*) *Annales de chimie, T. LXVIII. p. 78.*

von gebe, zu der die heutigen chemischen Kenntnisse zu führen scheinen.

Die drei hauptsächlichsten Anwendungen, welche wir von diesem Verfahren gemacht haben, und welche wir durch eine dreijährige Erfahrung als vortheilhaft verbürgen können, beziehen sich auf die Fabrication im Grofsen von schwefelsaurem Kupferoxyd, salzsaurem Zinnoxydul und essigsaurem Bleioxyd.

Das Verfahren zur Bereitung des Kupfervitriols, welches von Schriftstellern empfohlen, und in den meisten Fabriken befolgt wird, besteht darin, dafs man Kupfer mit Schwefel glüht, das daraus entstandene Schwefelkupfer verwittern läfst, es darauf auslaugt, und nun die Lösung bis zum Krystallisationspunkt abdampft. Dieſs Verfahren hat den Vortheil, dafs es ein neutrales Salz liefert; allein es ist sehr kostspielig, weil es schwer hält, dabei einen grofsen Verlust von Schwefel und selbst von Kupfer zu vermeiden, und es viel Feuerungsmaterial erfordert.

Man hat statt seiner versucht, verdünnte Schwefelsäure direct auf Kupfer wirken zu lassen; allein diese Einwirkung geschieht so langsam, dafs die Auflösung erst nach langer Zeit zu Stande kommt, und überdiefs ist es auf diesem Wege unmöglich, die Säure völlig zu sättigen. Dagegen gelingt dieſs auf die allerleichteste Weise, wenn man Luft und sehr verdünnte Säure hinter einander auf das Kupfer einwirken läfst.

Man fülle vier, fünf, oder, nach den Bedürfnissen, noch mehre Bleikasten mit Kupferspänen. Alte Schiffbeschläge und die Rückstände von der Grünspanfabrikation sind hiezu am tauglichsten. Diese Späne häufe man so auf einander, dafs recht viele Zwischenräume zwischen ihnen bleiben, und dann befeuchte man sie mit verdünnter Schwefelsäure, die 15° bis 20° am Beaumé'schen Aräometer zeigt. Nachdem sie einige Zeit der Luft ausgesetzt gewesen sind, fülle man den ersten Kasten mit derselben Säure, und lasse sie einige Stunden darin ste-

Digitized by Google

ben. Man bringe nun diese Säure in den zweiten Kasten und, wenn sie darin einige Stunden verweilt hat, in den dritten und so fort, bis am Aräometer die Dichtigkeit der Säure zeigt, dafs sie ganz oder beinahe ganz mit Kupfer gesättigt ist. Alsdann verfährt man mit einer neuen Quantität Säure auf dieselbe Weise. Man sieht, dafs während die saure Flüssigkeit bei dieser Operation in einem der Kasten stehen bleibt, das Kupfer in dem andern mit Säure benetzt der Luft ausgesetzt ist, und dafs es sich also unter den Umständen befindet, die, wie gesagt, zu seiner Oxydation am günstigsten sind.

Bei Anwendung einer Säure von zweckmäfsiger Dichte kann man durch diefs Verfahren eine beinahe ganz neutrale Kupferlösung erhalten. Die Krystalle sind kaum sauer, und deshalb fast ganz frei von Eisen. Auch ist der Kupfervitriol, welchen wir auf diese Art bereitet haben, eben so geschätzt, als der von der Efflorescenz des künstlichen Schwefelkupfers herrührende. Etwas Handarbeit und ein wenig Brennmaterial sind die einzigen Dinge, welche Kosten bei dieser Operation verursachen.

Obgleich das Zinn die Eigenschaft besitzt, unter Mitwirkung der Säuren und besonders der Chlorwasserstoffsäure, das Wasser zu zersetzen, so wissen doch diejenigen, welche versucht haben, das Zinn in dieser Säure zu lösen, wie langwierig und schwer es ist, sie damit zu sättigen. Dagegen bewirkt man diese Sättigung sehr geschwind, wenn man ein analoges Verfahren befolgt, wie oben zur Auflösung des Kupfers in Schwefelsäure beschrieben ist. Man füllt grofse Flaschen von Glas oder Steingut mit gekörntem Zinn, welches man durch langsames Eingiefsen des geschmolzenen Metalls in ein grofses Becken mit kaltem Wasser bereitet hat. Auf diese Körner schüttet man Salzsäure, worauf zunächst eine Einwirkung statt findet, und sich Wasserstoffgas entwickelt. Wenn man nach einiger Zeit die Säure abgiefst, und die Flaschen geöffnet stehen läfst; so wird, während zugleich

die das Zinn benetzende Säure unter Wasserstoffgasentwicklung in ihrer Einwirkung fortfährt, eine so bedeutende Menge Sauerstoff aus der Luft mittelst der Flüssigkeit absorbirt, dafs die ganze Masse sich beträchtlich erhitzt. Wenn man nun die zuvor fortgenommene Säure wiederum auf dasselbe Zinn zurückgiefst, so löst sich eine unendlich gröfsere Menge vom Oxyd, als wenn man, ohne Mitwirkung der Luft, die Säure fortwährend, und selbst unter Erwärmung hätte einwirken lassen. Schüttet man nun die Säure, welche man sättigen will, von einer Flasche in die andere, so erhält man in kurzer Zeit eine Lösung von salzsaurem Zinnoxydul, die man nur sehr wenig abzudampfen braucht, um aus ihr, beim Erkalten, das Salz in schönen schneeweifsen Nadeln heraus krystallisirt zu erhalten.

Endlich habe ich in allen Bleizuckerfabriken, die ich zu besuchen Gelegenheit fand, gesehen, dafs man zur Bereitung dieses Salzes die Essigsäure, je nach ihrer Gewinnungsart, mehr oder weniger concentrirt auf gepülverte Bleiglätte wirken läfst. Nun kostet aber die Bleiglätte gewifs mehr als das in ihr enthaltene Blei. Es mufs also vortheilhaft seyn, mit dem Blei selbst zu arbeiten, wenn die Operation ohne sonstige Kosten zu betreiben ist. Diefs findet wirklich statt, wenn man genau denselben Gang befolgt, welchen ich oben für den Kupfervitriol und das Zinnsalz vorgeschlagen habe.

Man fängt damit an, dafs man sich Bleikörner verschafft, die möglichst klein und unregelmäfsig sind, damit, wenn sie auf einander geschüttet werden, viele Zwischenräume zwischen ihnen bleiben. Man füllt mit ihnen einen hölzernen Kübel beinahe ganz an, befeuchtet sie mit verdünnter Essigsäure, so wie sie sich in dem gewöhnlichen destillirten Weinessig befindet, und bedeckt hierauf den Kübel mit einem blofsen Brette. Nach einigen Augenblicken wird, mittelst der Flüssigkeit, eine so grofse Menge Sauerstoff aus der Luft absorbirt, dafs die Masse

by Google

sich stark erhitzt, und die Essigsäure verdunstet. Die Säure, welche man hierauf auf dieses Blei schüttet, löst eine grofse Menge Oxyd auf, und nach zwei oder drei ähnlichen Operationen gelingt es, sie zu sättigen und selbst zu übersättigen, d. h. eine das Kurkumäpapier stark bräunende Lösung von basisch essigsaurem Bleioxyd zu erhalten. Die Sättigung der Essigsäure mit dem Bleioxyd geschieht so rasch, dafs, bei Nachfüllung des aufgelösten Bleies, drei oder vier Kübel zu einer beträchtlichen Fabrikation hinreichend sind.

Die hierdurch erhaltene Lösung wird dann unter den bekannten Vorsichtsmafsregeln in kupfernen Pfannen abgedampft. Die Mutterlaugen werden mit der neuen Lösung weiter abgedampft, und wenn sie sich bei diesen wiederholten Abdampfungen, ohne Zweifel, durch Zerstörung eines Theils der Säure, zu stark färben, so kann man sie mittelst thierischer Kohle sehr gut entfärben; man verfährt hierbei, wie bei dem Entfärben von Syrupen, mit welchen überdiefs die concentrirte Lösung des essigsauren Bleies viele Aehnlichkeit hat.

Ich zweifle nicht, dafs sich nicht die Oxydation auf eine ähnliche Weise, d. h. vermittelst des Wassers, bei der Fabrikation des Grünspans, wie sie im südlichen Frankreich üblich ist, und bei der in Holland betriebenen Bleiweifsfabrikation, anwenden liefse. Diese Beispiele haben mir hinlänglich geschienen, um den Nutzen der von mir zur Auflösung der Metalle in Säure vorgeschlagenen Methode nachzuweisen, und ich hoffe, dafs sie die Aufmerksamkeit der Fabrikbesitzer erregen wird. Viele unter ihnen werden gewifs Gelegenheit haben, sie in Ausübung zu bringen.

XV. *Mikroskopische Beobachtungen über die im Pollen der Pflanzen enthaltenen Partikeln, und über das allgemeine Vorkommen activer Molecüle in organischen und unorganischen Körpern; von Robert Brown.*

(Unter dem Titel: »*A brief Account of Microscopical Observations made in the Months of June, July, and August, 1827, on the Particles contained in the Pollen of the Plants; and on the general Existence of active Molecules in Organic and Inorganic Bodies*« als besondere Abhandlung von dem berühmten Verfasser bekannt gemacht.)

Die Beobachtungen, welche ich hier summarisch mitzutheilen beabsichtige, sind sämmtlich mit einem einfachen Mikroskope angestellt, und zwar mit einer und derselben Linse, deren Brennweite ungefähr $\frac{1}{32}$ Zoll betrug *).

Die Untersuchung über das unbefruchtete Pflanzenei (*ovulum*), von der ich schon zu Anfange d. J. 1826 einen Abrifs bekannt machte **), führte mich darauf, die Structur

*) Diese biconvexe Linse, welche ich seit mehreren Jahren besafs, erhielt ich von Hrn. Bancks, Optiker in London. Nachdem ich in meinen Untersuchungen beträchtlich vorgeschritten war, machte ich Hrn. Dollond mit dem Zweck derselben bekannt, worauf dieser bereitwillig ein einfaches Taschenmikroskop für mich verfertigte. Dasselbe war sehr genau ajustirt, und mit vortrefflichen Linsen versehen, von denen zwei die vorhin erwähnte an Vergröfserungskraft weit übertrafen. Dieser Linsen habe ich mich oft, und mit grofsem Vortheil, zur Untersuchung kleiner Gegenstände bedient; um indefs meine Angaben übereinstimmender zu machen, und sie so viel wie möglich in den Bereich gewöhnlicher Beobachtungen zu bringen, habe ich dieselbe Linse, mit welcher die Untersuchung angefangen wurde, auch fortwährend im ganzen Laufe derselben angewandt.

**) In dem botanischen Anhang zu Kapitain King's Reise in Australien, Vol. II. p. 534.

Digitized by Google

des Pollens, und seine Wirkungsweise auf das Pistill bei Phanerogamen genauer als zuvor zu beobachten.

In jenem Aufsatze zeigte ich, dafs die Spitze vom Kern des Ovulums, welche meistens der Sitz des künftigen Embryo's ist, fast immer mit den Ausgängen der wahrscheinlichen Befruchtungskanäle in Berührung kommt, und dafs diese entweder die Oberfläche der Placenta, das Ende vom herabgehenden Fortsatze des Griffels, oder seltner, ein Theil der Oberfläche des Nabelstranges sind. Aus einigen der in demselben Aufsatze erwähnten Thatsachen schien jedoch hervorzugehen, dafs es Fälle gäbe, wo die in den Körnern des Pollens enthaltenen Partikeln schwerlich durch die Gefäfse oder das Zellgewebe des Ovariums zu jenem Punkt des Ovulums geführt werden könnten; und durch die Kenntnifs dieser Fälle, so wie auch der Structur und Verrichtung der Antheren bei den Asclepiadeen, wurde mir die Genauigkeit der vor ungefähr 60 Jahren von Stiles und Gleichen angestellten Beobachtungen, so wie einige neuere Angaben über die Wirkungsart des Pollens bei der Befruchtung, zweifelhaft gemacht.

Erst im Spätherbste 1826 konnte ich diesen Gegenstand wieder aufnehmen, allein die vorgerückte Jahreszeit hinderte mich an dem Verfolg der Untersuchung. Bei einer von den wenigen Pflanzen, welche ich damals untersuchte, konnte ich jedoch die Gestalt der in den Körnern des Pollens enthaltenen Partikeln deutlich unterscheiden, und erkennen, dafs sie nicht kugelig, sondern länglich seyen. Ich hoffte daher mit einiger Zuversicht, dafs ich für die Untersuchung günstigere Pflanzen finden würde, in welchen die Partikel durch ihre Form längs ihrem ganzen Laufe zu verfolgen wären, wodurch dann die Frage entschieden werden könnte, ob sie in einigen Fällen die Spitze des Ovulums erreichten, oder ob ihre directe Wirkung auf andere Theile der weiblichen Organe beschränkt wäre.

Meine Untersuchung begann im Juni 1827, und die erste Pflanze, welche ich untersuchte, zeigte sich mir in gewisser Rücksicht merkwürdig wohl geeignet zu dem beabsichtigten Zwecke.

Diese Pflanze war *Clarckia pulchella.* Die Körner ihres Pollens, welcher von den völlig ausgewachsen, aber noch nicht aufgebrochenen Antheren abgenommen worden, waren mit Partikeln oder Körnchen von ungewöhnlicher Gröfse gefüllt. Ihre Länge schwankte von fast $\frac{1}{3000}$ bis ungefähr $\frac{1}{1000}$ Zoll, und ihre, vielleicht etwas abgeplattete, Gestalt zwischen einer cylindrischen und ovalen, welche zugerundete und gleiche Enden hatte. Als ich die Gestalt dieser, in Wasser getauchten Partikeln untersuchte, bemerkte ich, dafs viele von ihnen sichtlich in Bewegung waren. Ihre Bewegung bestand nicht blofs aus einer Ortsveränderung in der Flüssigkeit, wie es sich durch die Veränderungen in ihren gegenseitigen Lagen ergab; sondern auch nicht selten aus einer Veränderung in der Gestalt der Theilchen selbst. In der Mitte der einen Seite fand wiederholt eine Contraction oder Krümmung statt, welche von einer entsprechenden Anschwellung oder Convexität an der gegenüberliegenden Seite des Partikelchens begleitet wurde. Einige wenige Partikelchen sah man sich um ihre eigene Axe drehen. Nach häufiger Wiederholung dieser Beobachtungen überzeugte ich mich, dafs diese Bewegungen weder von Strömungen in der Flüssigkeit, noch von deren allmähliger Verdampfung herrührten, sondern den Partikelchen selbst angehörten.

Die Körner des Pollens derselben Pflanze, welche unmittelbar nach dem Aufbrechen von den Antheren abgenommen worden, enthielten ähnliche cylinderartige Partikeln, jedoch in geringerer Anzahl, und gemischt mit andern, wenigstens eben so vielen, Partikeln von weit geringerer Gröfse, die anscheinend sphärisch und in rascher oscillatorischer Bewegung begriffen waren.

Digitized by Google

Diese kleineren Partikeln oder Molecüle, wie ich sie nennen will, hielt ich beim ersten Anblick für einige der cylindrischen Partikeln, die im Wasser senkrecht schwämmen; allein eine öftere und sorgfältige Untersuchung machten mir diese Annahme zweifelhaft, und als ich fortfuhr sie zu beobachten, bis das Wasser gänzlich verdunstet war, blieben sowohl die cylindrischen Partikeln, als auch die sphärischen Molecüle auf der Unterlage zurück.

Als ich meine Beobachtungen auf mehrere andere Pflanzen derselben natürlichen Familie, nämlich der *Onagrarien*, ausdehnte, fand sich, dafs bei ihnen, besonders bei verschiedenen Species von *Oenothera*, im Allgemeinen dieselbe Form und ähnliche Bewegungen der Partikeln vorhanden waren. Ich fand auch, dafs in den Körnern ihres Pollens, der unmittelbar nach dem Aufbrechen von den Antheren genommen worden war, das Verhältnifs der cylindrischen oder ovalen Partikeln geringer, und das der Molecüle, jedoch in einem weniger auffallenden Grade, gröfser war, als bei der *Clarckia*.

Diese Erscheinung, oder vielmehr die grofse Vermehrung der Molecüle und die Verringerung der cylindrischen Partikeln, bevor die Pollen-Körner möglicherweise mit dem Stigma in Berührung kommen konnten, machten jetzt diese Untersuchung sehr verwickelt, und waren gewifs der Annahme, dafs die cylindrischen Partikel direct auf das Ovulum wirkten, nicht günstig, obgleich ich, als ich sie zuerst in Bewegung sah, zur Annahme dieser Meinung geneigt war. Diese Umstände bewogen mich jedoch, meine Beobachtungen zu vervielfältigen, und deshalb untersuchte ich viele Species mehr oder weniger wichtiger und merkwürdiger Familien der beiden grofsen Hauptabtheilungen der Phanerogamen.

In allen diesen Pflanzen wurden Partikeln gefunden, welche bei den verschiedenen Familien oder Geschlechtern zwischen einer ovalen oder sphärischen Form

Digitized by Google

schwankten, und ähnliche Bewegungen, wie die bereit beschriebenen, zeigten; nur war die Formveränderung i den ovalen und länglichen Partikeln im Allgemeinen we niger sichtbar, als bei den *Onagrarien,* und in den sphä rischen Partikeln durchaus nicht wahrnehmbar *).

Bei einer grofsen Anzahl dieser Pflanzen bemerkt ich auch, nach dem Aufbersten der Antheren, dieselb Verminderung der gröfseren Partikeln, und eine entspre chende Vermehrung der Molecüle. Die Molecüle, vo anscheinend gleicher Gröfse und Gestalt, waren dan immer zugegen; und in einigen Fällen wurden in de That keine andere Partikeln beobachtet, weder in diese noch in einer früheren Ausbildungsstufe der Absonde rungsorgane.

In mehreren Pflanzen aus verschiedenen Familien besonders aus den Gramineen, ist die Membrane de Körner des Pollens so durchsichtig, dafs man in den unverletzten Korne die Bewegung der gröfseren Partikeln deutlich sehen kann; auch war sie bei den Onagrarien an den durchsichtigeren Ecken der Körner, und in gewissen Fällen selbst mitten in denselben, wahrnehmbar.

Bei den eigentlichen *Asclepiadeen* ist die Pollen masse, welche jede Zelle der Anthere ausfüllt, in keinem Stadium in deutliche Körner zerfällbar; aber innerhalb ist ihre getäfelte oder zellige Membrane mit sphärischen Partikeln, gewöhnlich von zweierlei Gröfsen, gefüllt Beide Arten von Partikeln sieht man, nach Eintauchung in Wasser, gewöhnlich in lebhafter Bewegung begriffen allein die scheinbaren Bewegungen der gröfseren Partikeln ist in diesen Fällen vielleicht durch die schnelle

*) In *Lolium perenne* jedoch, welches ich späterhin untersuchte hatte diese Formänderung, obgleich die Partikeln oval und klei ner als bei den Onagrarien waren, viel Merkwürdiges, indem sie aus einer gleichen Contraction in der Mitte jeder Seite bestand, so dafs sie dadurch in zwei fast kreisförmige Stücke getheilt wurden.

Digitized by Google

Oscillation der zahlreicheren Molecüle veranlafst worden. Bei dieser Pflanzenfamilie berstet die Pollenmasse niemals auf; sondern sie verbindet sich durch einen bestimmten Punkt, welcher nicht selten halbdurchsichtig ist, mit einem Fortsatze von fast gleicher Consistenz, welcher auf der Drüse der correspondirenden Ecke des Stigma's entspringt.

Bei den *Periploceen* und bei einigen wenigen *Apocineen* sitzt der Pollen, welcher bei diesen Pflanzen in zusammengesetzte, mit sphärischen sich bewegenden Partikeln gefüllte Körner zerlegt werden kann, in einem Fortsatze des Stigma's, der dem bei den Asclepiadeen analog ist. Eine ähnliche Einrichtung ist bei den *Orchideen* vorhanden, bei welchen die Pollenmassen immer, oder wenigstens in dem ersten Stadium, körnig sind; die Körner, sie mögen einfach oder zusammengesetzt seyn, enthalten kleine, fast sphärische Partikeln, allein mit sehr wenigen Ausnahmen ist die ganze Masse durch einen bestimmten Punkt ihrer Oberfläche mit dem Stigma oder einem drüsigen Fortsatze desselben verbunden.

Nachdem ich bei den Partikeln des Pollens aller von mir untersuchten lebenden Pflanzen eine Bewegung beobachtet hatte, wurde ich zunächst zu der Untersuchung geführt, ob dieselbe auch nach dem Tode der Pflanzen fortbestände, und auf wie lange.

In Pflanzen, die entweder getrocknet oder einige Tage in Weingeist aufbewahrt worden waren, fanden sich beide Arten der Pollen-Partikeln in einer eben so deutlichen Bewegung, wie bei den lebenden Pflanzen. Exemplare mehrerer Pflanzen, von welchen einige zwanzig Jahre lang und andere wenigstens ein Jahrhundert hindurch getrocknet in einem Herbarium aufbewahrt worden waren, zeigten noch die Molecüle oder die kleineren sphärischen Partikeln in beträchtlicher Anzahl und in offenbarer Bewegung, nebst einigen der gröfseren Parti-

keln, deren Bewegung weniger augenscheinlich und z
weilen nicht zu beobachten war *).

Da ich durch die bisherige Untersuchung, wie i
glaube, einen besonderen Charakter in den Bewegunge
welche die Pollen-Partikeln im Wasser zeigen, aufg
funden hatte; so schien es mir, dafs diese Besonderh
ten durch gewisse Familien von Cryptogamen, namentli
durch die Moose und das Genus *Equisetum*, in welch
das Daseyn der Sexualorgane noch nicht allgemein ang
nommen worden ist, eine Bestätigung finden könnten.

In den vermeintlichen Staubfäden dieser beiden F
milien, namentlich in den cylindrischen Antheren oder d
Pollen der Moose, und auf der Oberfläche der vier spath
förmigen Körper, welche, wie man annehmen kann, bei
Equisetum das nackte Ovulum umgeben, fand ich klei
sphärische Partikeln, die anscheinend mit den bei d
Onagrarien beschriebenen von gleicher Gröfse waren, u
nach Eintauchung in Wasser, ebenfalls eine lebhafte B
wegung hatten. Auch war diese Bewegung noch l
Exemplaren von Moosen und *Equisetum* zu beobachte
welche seit einem Jahrhunderte getrocknet aufbewah
worden waren.

Die sehr unerwartete Thatsache einer scheinbare
Lebendigkeit, welche diese kleinen Partikeln so lange na
de

*) Während des Druckes dieser Abhandlung habe ich den Poll
mehrerer Blumen, welche 11 Monate lang in schwachem Wei
geist gelegen hatten, namentlich von *Viola tricolor, Zizania aqu
tica* und *Zea Mais*, untersucht. Bei allen diesen behalten die k
sondern Partikeln des Pollens, welche oval oder länglich sin
obgleich sie an Zahl etwas abgenommen, ihre Form bei, und
zeigen deutlich eine Bewegung, wenn auch, wie ich glaube, kei
so lebhafte, als die Partikeln der lebenden Pflanzen. Bei *Viola t
color*, bei welcher, wie bei andern Species dieser natürlich
Abtheilung der Gattung, der Pollen eine sehr merkwürdige G
stalt besitzt, entladen die Körner bei Eintauchung in Salpetersäu
sich ihres Inhalts durch ihre vier Ecken, jedoch mit geringer
Kraft als bei der frischen Pflanze.

Digitized by Google

dem Tode der Pflanzen beibehalten hatten, würde meinen Glauben an die vorausgesetzte Eigenthümlichkeit vielleicht nicht wesentlich geschwächt haben; allein ich beobachtete gleichzeitig, dafs bei, anfänglich zufälliger, Zerquetschung der Ovula oder des Saamens von *Equisetum* die Zahl der sich bewegenden Partikeln so zugenommen hatte, dafs mir über die Ursache dieser Zunahme kein Zweifel übrig bleiben konnte. Ich fand auch, als ich erstlich das Perigonium und dann alle übrigen Theile der Moose zerquetschte, dafs ich mit Leichtigkeit ähnliche Partikeln erhielt, zwar nicht in so grofser Zahl, allein gleichfalls mit einer Bewegung begabt. Das von mir vermuthete Prüfungsmittel auf männliche Organe mufste daher nothwendig aufgegeben werden.

Beim Nachdenken über alle die Thatsachen, welche ich jetzt kennen gelernt hatte, wurde ich zu glauben geneigt, dafs die kleinen sphärischen, gleich grofsen Partikeln oder Molecüle, die ich zuerst in dem ausgebildeten Pollen der Onagrarien und vieler anderen Phanerogamen, dann in den Antheren der Moose und auf der Oberfläche der für die Stamina des Equisetums gehaltenen Körper, und zuletzt in den zerquetschten Stücken anderer Theile derselben Pflanzen gesehen hatte, in der That die vorausgesetzten constituirenden oder elementaren Molecüle der organischen Körper wären, welche als solche zuerst von Buffon und Needham angesehen wurden, dann mit gröfserer Bestimmtheit von Wrisberg, bald hernach und noch specieller von Müller, und ganz neuerlich vom Dr. Milne Edwards, welcher diese Lehre wieder erneuerte und durch viele interessante Einzelheiten unterstützte. Ich hoffte daher, diese Molecüle in allen organischen Körpern zu finden, und untersuchte daher eine Menge animalischer und vegetabilischer Gewebe, sowohl lebende als todte. Ich fand sie auch überall vorhanden, und konnte durch Zerquetschen dieser Substanzen in Wasser die Molecüle immer in hinlänglicher

Menge abtrennen, um ihre scheinbare Identität in Gröfse Gestalt und Bewegung mit den kleineren Partikeln de Pollenkörner zu ermitteln.

Ich untersuchte auch verschiedene Producte von or ganischen Körpern, besonders Gummiharze, und Substan zen organischen Ursprungs, wobei ich meine Beobach tungen selbst auf die Steinkohlen ausdehnte. In alle diesen Körpern fand ich die Molecüle in reichliche Menge. Ich bemerke hier auch, besonders für diejeni gen, welche etwa späterhin diese Untersuchung vor nehmen sollten, dafs der Staub oder Rufs, welcher, be sonders in London, auf allen Körpern in grofser Meng liegt, gänzlich aus diesen Molecülen besteht.

Eine der untersuchten Substanzen war ein Stück fo silen Holzes, welches in Wiltshire im Oolite gefunde war, und entzündet mit Flamme brannte. Da ich in die sem Stücke die Molecüle in reichlicher Menge und m Bewegung versehen fand, so setzte ich voraus, dafs ma sie auch, wenn gleich in geringer Menge, in mineralisi ten Pflanzenüberresten entdecken werde. In dieser Al sicht zerquetschte ich ein kleines Stück versteinerten Ho zes, welches die Structur der *Coniferen* zeigte, und m Leichtigkeit erhielt ich von ihm sphärische Partikeln ode Molecüle, welche in jeder Hinsicht den so oft erwähnte glichen; ihre Menge war so grofs, dafs es schien, al wäre die ganze Masse des Holzes aus ihnen zusammen gesetzt. Hieraus schlofs ich nun, dafs diese Molecül nicht blofs auf organische Körper, ja nicht einmal au deren Producte, eingeschränkt seyen.

Der nächste Gegenstand meiner Untersuchung wa nun, zu sehen, ob diese Folgerung richtig sey, und wi weit sich das Vorkommen der Molecüle in Mineralkö pern erstrecke. Die erste Substanz, welche ich unte suchte, war ein kleines Stück Fensterglas, von welche ich, durch blofse Zerdrückung desselben auf der Unte lage des Mikroskopes, mit Leichtigkeit eine Menge Mo

Digitized by Google

lecüle erhielt, welche an Gröfse, Gestalt und Bewegung mit den früher gesehenen übereinkamen.

Ich schritt nun zur Untersuchung solcher Mineralien, welche ich bei der Hand hatte oder leicht bekommen konnte, so wie auch mehrerer einfachen Erden und Metalle, nebst einigen ihrer Verbindungen, und erhielt ähnliche Resultate.

Felsarten von jedem Alter, selbst diejenigen, in welchen niemals organische Ueberreste gefunden werden, lieferten Molecüle in reichlicher Menge. In jedem der Minerale, woraus der Granit besteht, liefs sich ihre Gegenwart nachweisen, als ein Bruchstück einer Sphinx untersucht wurde.

Alle Mineralien aufzuzählen, in welchen ich diese Molecüle fand, würde ermüdend seyn; und daher begnüge ich mich mit einer kurzen Aufzählung einiger der merkwürdigsten Substanzen. Diese waren sowohl wäfsrigen als feurigen Ursprungs, wie z. B. Travertine, Stalactiten, Lava, Obsidian, Bimstein, vulcanische Asche, und Meteorsteine von verschiedenen Fundorten *). Von Metallen will ich nur erwähnen: Mangan, Nickel, Graphyt, Wismuth, Antimon und Arsenik. Mit einem Worte, in jedem Minerale, welches ich hinlänglich fein pulvern konnte, damit es auf einige Zeit im Wasser schwebend blieb, fand ich diese Molecüle in gröfserer oder geringerer Menge; in einigen Fällen, besonders bei den kieseligen Fossilien, schien die ganze, der Untersuchung unterworfene Masse aus ihnen zusammengesetzt zu seyn.

In einigen der untersuchten Substanzen, besonders in denen von faseriger Structur, wie z. B. im Asbest, Strahlstein, Tremolit, Zeolith, und selbst im Steatit, fand ich, neben den sphärischen Molecülen, andere Körper, wie kurze Fasern oder beinahe wie Perlenschnüre aussehend, deren transversaler Durchmesser nicht gröfser schien

*) Ich habe seitdem die Molecüle auch in den Blitzröhren von Drig, in Cumberland, gefunden.

Digitized by Google

als der der Molecüle, von welchen sie anscheinend primäre Combinationen waren. Wenn diese Fäserchen eine solche Länge hatten, dafs sie wahrscheinlich aus nicht mehr als vier oder fünf Molecülen bestanden, und noch deutlicher, wenn sie nur aus zwei oder drei gebildet waren; so befanden sie sich gewöhnlich in einer Bewegung, welche wenigstens eben so lebhaft war, als die der einfachen Molecüle selbst, und gewissermafsen wurmförmig genannt werden konnte, da die Fäserchen ihre Lage in der Flüssigkeit oft veränderten, und sich zuweilen krümmten.

In andern Körpern, welche diese Fäserchen nicht zeigten, fanden sich nicht selten ovale Partikeln, die an Gröfse zwei Molecülen gleichkamen, und muthmafslich primäre Combinationen von ihnen waren, in meistens lebhafterer Bewegung als die einfachen Molecüle. Ihre Bewegung bestand aus einer Drehung, gewöhnlich um ihre längere Axe; und dann schienen sie oft platt gedrückt zu seyn. Solche ovale Partikel wurden, in grofser Zahl und ungemeiner Bewegung, im weifsen Arsenik angetroffen.

Da die sich bewegenden Molecüle in den Mineralien, welche geschmolzen gewesen, eben so reichlich als in den aus alluvionischen Ablagerungen vorhanden waren; so wurde ich begierig zu untersuchen, ob die Beweglichkeit der in den organischen Körpern vorhandenen Partikeln wohl eine Abänderung erleiden würde, wenn man die Substanz stark erhitzte. Zu dem Ende brachte ich kleine Stücke von Holz, sowohl von lebendem als todtem, von Leinwand, Papier, Baumwolle, Wolle, Seide, Haar, und Muskelfasern in die Flamme einer Kerze, oder verbrannte sie vor dem Löthrohr in einer Platinzange. In allen diesen so erhitzten und darauf in Wasser gelegten Substanzen fand ich, als ich sie sogleich untersuchte, Molecüle, die in eben so sichtbarer Bewegung, als die aus denselben Substanzen vor der Verbrennung erhaltenen, begriffen waren.

Digitized by Google

In einigen der auf diese Weise verbrannten vegetabilischen Substanzen wurden, aufser den einfachen Molecülen, primäre Combinationen von diesen beobachtet, aus Fäserchen bestehend, welche transversale Contractionen hatten, die an Zahl den Molecülen, woraus sie, meiner Vermuthung nach, zusammengesetzt waren, entsprachen. Diese Fäserchen zeigten, wenn sie aus nicht mehr als vier oder fünf Molecülen bestanden, eine Bewegung, welche hinsichtlich ihrer Beschaffenheit und Lebhaftigkeit der der schon beschriebenen mineralischen Fäserchen ähnlich war; während dagegen andere längere Fäserchen, von anscheinend demselben Durchmesser, in Ruhe blieben.

Die Substanz, welche diese activen Fäserchen in dem gröfsten Verhältnisse und in der lebhaftesten Bewegung lieferte, war die Schleimschicht, welche beim Schellfisch zwischen der Haut und den Muskeln liegt, besonders nachdem sie durch Erhitzung coagulirt worden.

Das zarte Pulver, welches bei mehreren Farrnkräutern, besonders bei *Acrostichum calomelanos*, und den ihm zunächst verwandten Species, auf der untern Seite des Laubes erzeugt wird, ist, wie ich gefunden, gänzlich aus einfachen Molecülen und deren faserähnlichen primären Combinationen zusammengesetzt, die beide offenbar in Bewegung begriffen sind.

Drei sehr wichtige Punkte war ich besonders bemüht, hinsichtlich dieser Molecüle, auszumitteln, nämlich: ihre Gestalt, ihre relative, und ihre absolute Gröfse. Das, was ich hierüber ausmachen konnte, hat mich indefs nicht ganz befriedigt.

Hinsichtlich der Form habe ich und mit einiger Zuversicht behauptet, dafs sie sphärisch sey; denn die scheinbaren Ausnahmen, welche mir begegnet sind, lassen sich, wie mich dünkt, durch die Annahme erklären, dafs dergleichen Partikeln zusammengesetzt seyen. In einigen Fällen ist indefs diese Annahme nicht leicht mit der scheinbaren Gröfse derselben zu vereinbaren, und man

Digitized by

ist zu der weiteren Voraussetzung gezwungen, dafs die Molecüle bei Combinationen ihre Gestalt verändern. Bei den früher als primäre Combinationen der Molecüle betrachteten Partikeln, mufs man ebenfalls eine gewisse Formveränderung zugeben, und selbst die einfachen Molecüle haben mir, wenn sie in Bewegung waren, in dieser Hinsicht ein wenig modificirt geschienen.

Die Art, wie ich bei den in verschiedenen Körpern gefundenen Molecülen die absolute Gröfse und deren Gleichheit bestimmte, bestand darin, dafs ich dieselben auf ein Mikrometer brachte, welches den Zoll mittelst sehr deutlicher Linien in 5000 Theile theilte. Seltner wandte ich ein anderes Mikrometer an, bei welchem durch schwächere und nicht leicht ohne Graphyt (das vom Dr. Wollaston zuerst angewandte Hülfsmittel) erkennbare Linien, der Zoll in 10000 Theile getheilt war, da dasselbe zu meinem Zweck sich nicht eignete.

Die so erhaltenen Resultate dürfen nur als eine Annäherung betrachtet werden, in welche, aus leicht einzusehendem Grunde, nicht viel Vertrauen zu setzen ist. Aus der grofsen Zahl und Uebereinstimmung meiner Beobachtungen, bin ich jedoch sehr geneigt zu glauben, dafs die einfachen Molecüle von gleicher Gröfse sind; doch mufs ich hinzufügen, dafs sie, nach ihrem Vorkommen in verschiedenen Substanzen und nach den mehr oder weniger günstigen Umständen bei ihrer Untersuchung, im Durchmesser von $\frac{1}{15000}$ bis $\frac{1}{20000}$ Zoll zu schwanken schienen *).

Ich werde gegenwärtig nicht weiter ins Detail gehen, noch über diese, wie es scheint, in unorganischen und organischen Körpern so allgemein verbreiteten Molecüle

*) Während des Druckes dieser Abhandlung hatte Hr. Dollond auf meine Bitte die Güte, den angeblichen Pollen von *Equisetum virgatum* unter seinem zusammengesetzten achromatischen Mikroskope zu untersuchen, in dessen Brennpunkt ein in $\frac{1}{10000}$ Zoll getheiltes Glas als Unterlage für die Gegenstände diente. Die meisten Partikel oder Molecüle hatten ungefähr $\frac{1}{20000}$ Zoll im Durchmesser; allein bei den kleinsten betrug derselbe nicht mehr als $\frac{1}{30000}$ Zoll.

Digitized by Google

irgend eine Vermuthung wagen; nur halte ich es für nöthig, die hauptsächlichsten Substanzen zu nennen, aus welchen ich sie nicht bekommen konnte. Diese sind: Oel, Harz, Wachs und Schwefel, diejenigen Metalle, welche ich nicht auf den zur Absonderung der Molecüle erforderlichen Grad von Zertheilung bringen konnte, und endlich: die in Wasser auflöslichen Körper.

In Rücksicht auf den Gegenstand meiner anfänglichen Untersuchung, auf welchen ich ursprünglich allein meine Aufmerksamkeit lenkte, hatte ich noch zu untersuchen, auf welche Weise die gröfseren oder besondern Partikel des Pollens wirkten; denn obgleich sie in mehreren Fällen, besonders bei der *Clarckia*, der zuerst untersuchten Pflanze, an Zahl abgenommen hatten, ehe die Körner möglicherweise das Stigma erreichen konnten, so fanden sie sich doch in vielen noch in einer solchen Anzahl, dafs sich voraussetzen liefs, sie seyen fast überall in hinlänglicher Menge zugegen, um die wesentlichen Agentien bei dem Befruchtungsprozesse abzugeben.

Es blieb daher zu untersuchen, ob ihre Wirkung sich auf diefs äufsere Organ beschränkte, oder ob es möglich wäre, sie bis zum Kern des *Ovulums* zu verfolgen. Meine Bemühungen aber, sie bei Pflanzen, die sowohl hinsichtlich der Gröfse und Gestalt der Partikeln, wie auch hinsichtlich der Entwickelung der männlichen Geschlechtstheile, zu dieser Untersuchung wohl geeignet waren, besonders bei den *Onagrarien*, bis durch das Gewebe des Stylus zu verfolgen, blieben ohne Erfolg. Nimmer war ich im Stande, sie bei dieser oder einer andern Familie in irgend einem Theile des weiblichen Organs zu finden, ausgenommen im Stigma. Selbst in den Familien, bei welchen ich, wie bei den Cycadeen und Coniferen, das Ovulum als nackt annehme, wird, wie ich glaube, die direkte Wirkung dieser Partikeln oder des dieselben enthaltenden Pollens, eher auf die Mündung der eignen Membrane, als auf die Spitze des eingeschlossenen Kernes

ausgeübt. Diese Meinung ist zum Theil darauf gegründet, dafs jene Membran beim Lerchenbaum zum Theil vertrocknet ist, und zwar nur an der einen Seite ihrer Mündung; eine Erscheinung, welche ich vor mehreren Jahren bemerkt habe.

Beobachtern, welche auf die Existenz der so leicht durch Druck von allen vegetabilischen Geweben abzusondernden, und bei anfangender Verwelkung der halbdurchsichtigen Theile entwickelt und mehr oder weniger sichtbar werdenden activen Elementar-Molecülen nicht Acht geben, wird es doch nicht schwer fallen, die Körnchen durch die ganze Länge des Griffels zu verfolgen; und da diese Körnchen in dem früheren und unverletzten Zustand des Organs nicht immer sichtbar sind, so werden sie natürlich voraussetzen, dafs sie von dem Pollen herstammen, wenigstens in den Fällen, wo die in ihnen enthaltenen Partikeln an Gröfse und Gestalt nicht merklich von den Molecülen verschieden sind.

Es ist auch nöthig zu bemerken, dafs in vielen, ich möchte sagen, in den meisten Pflanzen, aufser den Molecülen, die sich, vor der Ankunft des Pollens, vom Stigma und Griffel absondern lassen, andere Körner von beträchtlicherer Gröfse durch Druck erhalten werden, welche in gewissen Fällen den Pollen-Partikeln bei denselben Pflanzen sehr ähnlich sehen, und dieselben zuweilen an Gröfse selbst übertreffen. Diese Partikeln können als primäre Combinationen der Molecüle angesehen werden, die den bereits erwähnten in Mineralkörpern und mehreren Pflanzen analog sind.

Aus dem, was zuvor von den *Periploceen*, *Orchideen*, und besonders von den *Asclepiadeen* gesagt worden ist, läfst sich, wenigstens bei der letztern Familie, schwerlich einsehen, dafs eine wirkliche Ueberführung der Partikeln von der Pollenmasse, die nicht aufberstet, durch den Fortsatz des Stigma's statt findet; und selbst in diesem Fortsatze bin ich nie im Stande gewesen, sie zu beobachten, obgleich sie im Allgemeinen durchsichtig genug

Digitized by Google

sind, um die Partikeln, wo sie zugegen sind, sehen zu lassen. Wenn aber diese Angabe über die Structur der Sexualorgane der Asclepiadeen richtig ist, so fragt es sich nicht länger: ob die Partikel in dem Pollen durch das Stigma und dem Griffel zu dem Ovulum geführt werden, sondern vielmehr: ob gar ein wirklicher Contact dieser Theilchen mit der Oberfläche des Stigma's zur Befruchtung nothwendig sey.

Endlich mufs noch bemerkt werden, dafs die schon erwähnten Fälle, in welchen die Spitze vom Kern des Ovulums, der vermeintliche Punkt der Befruchtung, niemals mit den wahrscheinlichen Befruchtungs-Canälen in Berührung kommt, der Meinung, dafs die Pollen-Partikeln zu dem Ovulum geführt werden, ungünstiger sind, als der, dafs die directe Wirkung dieser Partikeln auf die äufseren Theile des weiblichen Organs beschränkt seyen.

Die Beobachtungen, von welchen ich hier einen kurzen Abrifs mitgetheilt habe, sind im Juni, Juli und August 1827 angestellt. Die, in Bezug auf die Gestalt und Bewegung der besondern Partikeln im Pollen wurden, während dieser Monate, vielen meiner Freunde, denen ich auch mehrere der Gegenstände zeigte, mitgetheilt, namentlich den HH. Bauer und Bicheno, Dr. Bostock, Dr. Fitton, Hrn. E. Forster, Dr. Henderson, Sir Everard Home, Kapitain Home, Dr. Horsfield, Hrn. König, Hrn. Lagasca, Hrn. Lindley, Dr. Maton, Hrn. Menzies, Dr. Prout, Hrn. Renouard, Dr. Roget, Hrn. Stokes und Dr. Wollaston. Mit der allgemeinen Verbreitung der activen Molecüle in organischen und unorganischen Körpern, ihrer scheinbaren Unzerstörbarkeit durch die Hitze, und mit mehreren andern Thatsachen hinsichtlich der primären Combinationen der Molecüle, machte ich den Dr. Wollaston und Herrn Stokes in der letzten Woche des August's bekannt.

Keiner dieser Herren ist hier als Zeuge für die Richtigkeit von irgend einer der obigen Angaben aufgeführt;

Digitized by

mein einziger Zweck bei Nennung derselben war nur: dadurch einen Beleg zu liefern, dafs meine Beobachtungen wirklich in der auf dem Titel dieses Abrisses angegebenen Zeit angestellt worden sind.

Die von mir über die Bewegung der Partikeln des Pollens ausgemittelten Thatsachen, habe ich nie als durchaus neu betrachtet. Diese Bewegung ist, wie ich weifs, undeutlich von Needham, und deutlich von Gleichen gesehen; letzterer beobachtete nicht nur an den, nach dem Aufspringen des Pollens, in Wasser gebrachten Partikeln eine Bewegung; sondern bemerkte auch, dafs sie in den noch ganzen Körnern ihren Ort veränderten. Er hat indefs keine befriedigende Erklärung von der Gestalt oder Bewegung dieser Partikel gegeben, und in einigen Fällen scheint er sie mit den elementaren Molecülen, deren Daseyn er nicht beachtete, verwechselt zu haben.

Bevor ich diese Untersuchung im Jahre 1827 begann, kannte ich nur den von Hrn. Adolph Brongniart selbst herrührenden Auszug aus seiner Abhandlung: *Recherches sur la génération et le développement de l'embryon dans les végétaux Phanerogames*, welche derselbe in der Akademie der Wissenschaften zu Paris vorgelesen und späterhin in den *Annales des sciences naturelles* bekannt gemacht hat.

Weder in diesem Auszuge, noch in der Abhandlung selbst, welche Hr. Brongniart mit grofsem Eifer in ihrem ursprünglichen Zustande gegeben hat, ist irgend eine, vom Autor selbst für wichtig gehaltene, Beobachtung über die Bewegung und Gestalt der Partikeln enthalten; und der Versuch, diese Partikeln bis zum Ovulum zu verfolgen, konnte, bei einer so unvollkommnen Kenntnifs ihrer unterscheidenden Charaktere, schwerlich genügend ausfallen. Im verflossenen Herbste, 1827, als Hr. Brongniart ein vom Herrn Amici, dem berühmten Professor in Modena, verfertigtes Mikroskop zu Gebote

Digitized by Google

stand, war er im Stande, viele wichtige Thatsachen über diese beiden Punkte auszumitteln, wovon er die Resultate in den der Abhandlung beigefügten Noten gab. Im Allgemeinen setze ich in seine Beobachtungen über die Bewegungen, die Gestalt und Gröfse der Körnchen (Granules), wie er die Partikel nennt, ein grofses Vertrauen; allein bei dem Versuche, diese Partikel längs ihres ganzen Laufes zu verfolgen, hat er zwei Punkte, von der gröfsten Wichtigkeit bei dieser Untersuchung, übersehen.

Denn erstlich ist es ihm offenbar nicht bekannt gewesen, dafs die activen sphärischen Molecüle gemeiniglich zusammen mit ihren eignen Partikeln in den Körnern des Pollens vorhanden sind: und dann scheint aus keinem Theile seiner Abhandlung hervorzugehen, ob er das Daseyn von Molecülen beachtet habe, die eine freiwillige und eigene Bewegung, verschieden von der der besondern Pollen-Partikeln, besitzen; obgleich er sie ohne Zweifel gesehen, und in einigen Fällen, wie mir scheint, als jene Partikel beschrieben hat.

Zweitens, hat er sich mit dem äufseren Ansehen der Theile begnügt, um zu dem Schlusse zu gelangen, dafs vor der Befruchtung keine bewegungsfähige Partikeln im Griffel oder Stigma vorhanden seyen.

Dafs sowohl einfache Molecüle, als auch gröfsere Partikel, von verschiedener Gestalt und gleicher Bewegungsfähigkeit, in diesen Theilen vorhanden sind, ehe der Pollen möglicherweise zu der Narbe gelangen konnte, läfst sich bei manchen der von ihm selbst untersuchten Pflanzen nachweisen, besonders bei *Antirrhinum majus*, von welchem er diese Molecüle oder Partikel abgebildet hat, die, seiner Meinung nach, von den am Stigma haftenden Pollenkörnern herrühren.

Auch in einigen andern Angaben über die Pollenkörner und die darin enthaltenen Partikeln, weiche ich von Hrn. Brongniart ab, namentlich in seiner Annahme, dafs die Partikeln nicht in den Körnern selbst, sondern

Digitized by Google

in der Höhlung der Anthere gebildet werden; ferner
seiner Behauptung, dafs in dem früheren Zustande
Körner auf deren Oberfläche Poren vorhanden sey
durch welche die in den Antheren gebildeten Partik
in ihre Höhlung übergehen; und endlich darin, dafs ei
Membran vorhanden sey, welche seinen *boyau* oder
von dem Pollenkorn ausgeworfene cylindrische Ma
bekleide.

Ich verspare indefs meine Beobachtungen über di
und mehrere andere, mit dem Gegenstande dieser Unt
suchung verknüpften Punkte, bis zu der ausführliche
Nachricht, welche ich bekannt zu machen gedenke.

Bemerkung. In Bezug auf die in diesem Aufsa
von Hrn. Brown als einflufsreich für die Theorie d
Befruchtung der Pflanzen mitgetheilten Beobachtung
über die Structur der Asclepiadeen, ist zu bemerken, d
dieselben, nach Hn. Prof. Ehrenberg's neuesten Unt
suchungen, manche wesentliche Abänderungen erleid
dürften, wodurch auch die, gegen Hrn. Brongniar
Ansicht aufgestellten Gründe wegfallen würden. Pr
Ehrenberg hat bei den Asclepiadeen nicht nur wi
liche Häute um die Pollenmasse deutlich nachgewies
sondern auch freien Pollen, wie ihn andere Pflanzen besitz
in gesonderten grofsen, aber länglichen, oft geschwänzt
Schläuchen. Erst in diesen grofsen, freien Schläuch
der Pollenmasse (welche bisher weder vom Hrn. Brow
noch sonst von einem Botaniker erkannt worden sin
finden sich die, im obigen Aufsatz von Hrn. Brown
wähnten, kleinen Körner und Molecüle, welche dersel
erst nach unbewufster Zerstörung der grofsen Schläuc
(des eigentlichen Pollens) durch Druck erkannt hab
kann. Ueberdiefs hat Prof. Ehrenberg eine se
liche Spalte in dem Pollenbeutel und das Hervortret
der länglichen Pollenschläuche wirklich beobachtet. M
hin verhalten sich die Asclepiadeen ganz wie die übrig

Digitized by Google

phanerogamischen Pflanzen, und sie sind durch diese Beobachtungen als gynandrisch erwiesen worden. Die eben genannten Beobachtungen, über welche Prof. E. am 24. Nov. d. J. einen Vortrag in der Königl. Akademie der Wissenschaften gehalten hat, werden in Schlechtendal's *Linnea*, 1829. Hft. 1. den Botanikern vorläufig mitgetheilt werden.

XVI. *Bericht von einer Reihe von Versuchen zur Construction von achromatischen Fernröhren mit einer Flüssigkeit. In einem Briefe an Hrn. D. Gilbert, Präsidenten der K. Gesellschaft zu London;*

von P. Barlow.

(Philosoph. Transact. f. 1828. St. II. p. 105.)

Es ist Ihnen bekannt, dafs ich seit einiger Zeit mit einer Reihe von Versuchen behufs der Construction achromatischer, mit Flüssigkeiten versehener, Fernröhre beschäftigt gewesen bin, und dafs es mir, mit Hülfe der Herrn Gilbert, gelungen ist, zwei solcher Instrumente zu verfertigen, das eine von 3, und das andere von 6 Zoll Oeffnung. Eben so wissen Sie, dafs es meine Absicht war, dieselben den Mitgliedern des Board of Longitude vorzulegen, in der Hoffnung, dafs sie, wenn die Construction ihren Beifall erhielte, geneigt seyn möchten, die Verfertigung eines solchen Instrumentes (aber in einem alles Bisherige weit übertreffenden Maafsstabe) anzuordnen, wo ich dann mit grofsem Vergnügen die Aufsicht dabei übernommen haben würde.

Es steht indefs zu bezweifeln, ob ich gegenwärtig im Stande seyn werde, diese Versuche fortzusetzen *), und

*) Seit der Vorlesung dieses Aufsatzes ist mein Brief dem Board of Longitude überreicht worden, und die Versuche sind im Werke.

daher wünsche ich die gemachten Versuche, die erhaltenen Resultate und den beabsichtigten Endzweck hier niederzulegen, da, wie ich hoffe, diese Mittheilung einer Stelle in den Philosophical Transactions nicht unwürdig befunden werden wird.

Diese Experimente sind vielleicht aus einem Versuch entsprungen, den die genannten Optiker unternahmen, um die von Hrn. Herschel für die Construction aplanatischer Objectivgläser, in den Phil. Trans. f. 1821. Art. XVII, gegebenen Regeln und Grundsätze, auf die Praxis anzuwenden. Diese Versuche führten zu andern, welche ich in den Phil. Trans. f. 1827. Art. XV. beschrieben habe. Bei Verfolgung der letzteren sah ich ein auffallendes Beispiel der grofsen Schwierigkeit, das Flintglas für astronomische Fernröhre in hinreichender Gröfse und Reinheit zu erhalten; und diefs bewog mich, über die Möglichkeit, das Flintglas durch eine Flüssigkeit zu ersetzen, nachzudenken. Vor vielen Jahren hat der Dr. Blair die Construction flüssiger Objectivgläser im Sinne gehabt, und man sagt, dafs es ihm gelungen sey, sehr vollkommene Fernröhre dieser Art zu verfertigen. Seine Absicht bei dieser Construction war indefs eine andere, als die meinige. Bei ihm war die Beibehaltung der Flintglas-Linse nothwendig; sein Zweck ging allein auf die Zerstörung dessen, was von ihm secundäres Spectrum genannt wurde, und was von dem Mangel an Proportionalität zwischen den farbigen Räumen im Spectrum des Flint- und Tafel- oder Crownglases, verglichen mit ihren respectiven Brechungs-Verhältnissen, herrührte. Meine Absicht dagegen bestand darin, das Flintglas gänzlich auszuschliefsen, und es durch ein flüssiges Mittel von erforderlichem Brechungs- und Zerstreuungsvermögen zu ersetzen.

Auf diese Art wurde eine grofse Anzahl von Flüssigkeit angewandt, und dann unter ihnen die geeignetste ausgewählt. Zu diesem Ende prüfte ich verschiedene Oele

Digitized by Google

Säuren u. s. w., und zuletzt den Schwefelkohlenstoff, welcher am vorzüglichsten befunden wurde. Er besitzt nämlich fast alle erforderlichen Eigenschaften: einen fast gleichen Refractionsindex mit dem besten Flintglase, neben einem mehr als doppelt so grofsen Dispersionsvermögen, eine vollkommene Farblosigkeit und grofse Durchsichtigkeit; auch behält er, unter hermetischer Verschliefsung, ungeachtet seiner grofsen Ausdehnbarkeit, seine optischen Eigenschaften ganz oder fast ganz unverändert bei *), in allen Temperaturen, denen er wahrscheinlicherweise bei astronomischem Gebrauche ausgesetzt wird, es sey denn, er würde bei directen Sonnenbeobachtungen in einigen äufsersten Fällen unzulässig gefunden. Sein grofses Dispersionsvermögen giebt ihm auch einen Vorzug, welchen kein Glas bis jetzt besitzt, muthmafslich auch kein in Zukunft verfertigtes besitzen wird; obgleich das Glas, wegen seiner Beständigkeit, immer einen Vorzug bei der Construction der Fernröhre behalten wird. Ueberhaupt bin ich nicht Willens, den Gebrauch des Flintglases bei diesen Instrumenten gänzlich zu verbannen, sondern nur dasselbe durch einen zweckmäfsigen Stellvertreter zu ersetzen, in Fällen, wo es nicht in hinlänglicher Gröfse und Reinheit erhalten werden kann, oder wo es nur für einen Preis darzustellen ist, der den Besitz von kräftigen astronomischen Fernröhren auf wenige Individuen und auf öffentliche Anstalten einschränken würde.

Nachdem ich, wie oben gesagt, eine pafsliche Flüssigkeit ausgewählt hatte, suchte ich zunächst, wie sie am besten einzuschliefsen sey, was denn auch nach einigen

*) Es ist wohl nicht unpassend, zu bemerken, dafs ich zwischen der Temperatur von 31° im Februar, und 84° im August, und wiederum 31° im November und December, keinen merklichen Unterschied in dem Refractionsindex oder in der Brennweite des Fernrohres fand. Selbst als die Flüssigkeit durch Annäherung von rothglühendem Eisen ins Sieden gebracht worden, war, nachdem sie ihre Durchsichtigkeit wieder erlangt hatte, der Brennpunkt ganz oder fast ganz derselbe geblieben.

Versuchen zur Zufriedenheit gelang. Zugleich versuchte ich ein Fernrohr von 6 Zoll Oeffnung und 7 Fufs Länge zu verfertigen; allein nach einigen, durch unvorhergesehene Schwierigkeiten erfolglosen, Versuchen gab ich dieses auf, und fing ein anderes von 3 Zoll Oeffnung an. Hiebei war ich glücklicher, indem ich mit diesem Instrumente, in seiner rohen Gestalt und ohne Anwendung oder Auswählung von Gläsern, eine grofse Zahl von Doppelsternen trennen konnte, die Hr. Herschel zu den Prüfmitteln eines guten $3\frac{1}{2}$ zölligen Refractors zählt. Bei einer 46maligen Vergröfserung konnte ich mit demselben den kleinen Stern beim Polarstern sehen, und bei einer stärkern Vergröfserung, mehrere Sterne, zu welchen ein gutes Fernrohr erforderlich seyn soll, wie z. B. 70 Ophiuchi, 39 Bootis, den vierfachen Stern ε Lyrae, ζ Aquarii, α Herculis etc. Aufgemuntert durch diesen Erfolg, nahm ich wieder das 6zöllige Objectivglas vor, wobei ich die Linsen auf eine andere Weise ajustirte und befestigte. Das Resultat meiner Bemühungen halte ich für einen vollständigen Beweis von der Ausführbarkeit dieser Construction, wenn man von den Unvollkommenheiten absieht, die den ersten Versuch, eine neue Construction in einem beträchtlichen Maafsstabe auszuführen, immer begleiten. Bei einer 143maligen Vergröfserung war der kleine Stern beim Polarstern so deutlich und glänzend, dafs sein Durchgang mit der gröfsten Genauigkeit hätte bestimmt werden können. Die kleinen Sterne bei α Lyrae, Aldebaran, Rigel, ε Bootis u. s. w., waren sehr deutlich zu sehen; unter den gröfsern nahestehenden Doppelsternen waren, bei 300maliger Vergröfserung, Castor und γ Leonis gut begränzt, und unter den kleineren Doppelsternen will ich nur ω Aurigae, 52 Orionis, ζ Orionis, und eine Menge anderer von derselben Klasse erwähnen. Bei 150maliger Vergröfserung zeigten sich die Gürtel und der Doppelring des Saturnus recht deutlich; auch waren, bei derselben Vergröfserung, die Gürtel und Trabanten des Jupiters

by Google

piters leidlich scharf, doch ertrugen sie bei ihrer damaligen, gewifs nicht günstigen Lage, keine gröfsere als ungefähr eine 200malige Vergröfserung. In beiden Fällen waren die Scheiben der Planeten zu Genüge weifs, und die Gürtel und Trabanten gut begränzt; beim Jupiter, und vielleicht auch beim Saturn, fanden sich jedoch ringsum an dem Rande der Scheibe einige nicht aufgehobene Farben. Ich werde später, nach Beschreibung der Grundsätze dieser Construction, hierauf wieder zurückkommen.

Bei der gebräuchlichen Construction der achromatischen Fernröhre, sind die zwei oder drei Linsen, welche das Objectiv ansmachen, in unmittelbare Berührung gebracht; und dieselbe Construction besafsen auch die, vom Dr. Blair vorgeschlagenen Fernröhre, bei welchen die Flüssigkeit in das Objectiv selbst eingeschlossen war. Auch kann in beiden Fällen keine Veränderung mit Vortheil bei dieser Einrichtung vorgenommen werden, weil in dem ersten Falle das Dispersionsverhältnifs zwischen den Gläsern, und in dem letztern, das zwischen dem Glase und der Flüssigkeit, zu wenig verschieden ist, als dafs sich das concave Correctionsmedium mit Vortheil weiter zurück anbringen liefse. Ganz anders verhält es sich aber mit dem Schwefelkohlenstoff. Das Dispersionsverhältnifs schwankt hier (je nach der angewandten Glassorte) zwischen 299 und 334; und dieser Umstand hat mich in den Stand gesetzt, die flüssige Correctionslinse so weit von der Tafelglaslinse zu entfernen, dafs ihr Abstand die halbe Brennweite der letztern beträgt; ja ich könnte sie selbst noch weiter zurück rücken, ohne dafs sie aufhörte, das Objectiv achromatisch zu machen. Ueberdiefs braucht alsdann die flüssige Linse, welche den schwierigsten Theil in der Construction ausmacht, nur halb oder nicht einmal halb so grofs wie die Tafelglaslinse zu seyn, so dafs, mit Ausnahme dieser letzteren Linse, die Verfertigung eines Fernrohres von 10 bis 12 Zoll Oeffnung keine gröfseren Schwierigkeiten hat, als die eines gewöhnlichen von 5 bis

6 Zoll Oeffnung, und, was vielleicht noch wichtiger ist, so besitzt ein Fernrohr dieser Art, von 10 oder 12 Fufs Länge, gleiche Fokalkraft mit einem von 16 oder 20 Fufs. Wir können also hiedurch das Fernrohr um mehrere Fufse verkürzen, ohne dafs es aufhört, eine gröfsere Fokalkraft zu besitzen, als ihm pafslicherweise bei der gewöhnlichen Construction gegeben werden kann. Besser wird man diefs aus der Fig. 13. Taf. V. ersehen.

In dieser Figur bezeichnen A, B, C, D das Rohr eines 6zölligen Teleskops, C, D das Objectiv aus Tafelglas, F den ersten Brennpunkt, *d e* die concave Linse mit der Flüssigkeit, die um 24 Zoll von der ersten absteht. Da die Brennweite *MF* 40 Zoll beträgt, so ist der Durchmesser der Flüssigkeits-Linse folglich wie 48 : 6 :: 24 : 3. Die daraus hervorgehende zusammengesetzte Brennweite beträgt 62,5 Zoll, und mithin ist es klar, dafs die Strahlen *af*, *ef*, unter derselben Convergenz und mit demselben Lichte im Brennpunkte anlangen, als wenn sie von einer 6 Zoll im Durchmesser haltenden Linse ausgegangen wären, die sich in C'D', vor dem Objective CD, in einem Abstande befände, der dadurch bestimmt wird, dafs man die genannten Strahlen verlängert, bis sie die Seiten des nach C'D', d. h. bis zu 62,5 Z. über die flüssige Linse hinaus, verlängerten Rohres treffen. Daraus ist klar, dafs die Strahlen gerade so convergiren, als bei einem Objective von der gewöhnlichen Art mit einer Brennweite von 10 Fufs 5 Zoll. Wir haben also das Fernrohr um 38,5 Zoll verkürzt, oder besitzen wenigstens die Vortheile einer, unser Rohr um 38,5 Zoll übertreffenden Brennweite. Das nämliche Princip läfst sich noch weiter treiben, und die gewöhnliche Länge eines Fernrohrs noch auf ein Drittel verkleinern, ohne dadurch die sphärische Aberration des ersten Glases über diejenige zu vergröfsern, welche ein Fernrohr gewöhnlicher Art von der ganzen Länge möglicherweise besitzen kann. Ueberdiefs mufs bemerkt werden, dafs die Ajustirung

Digitized by Google

des Brennpunktes entweder auf dem gewöhnlichen Wege oder, wie beim Gregorianischen Telescope mittelst des kleinen Spiegels, durch eine kleine Bewegung der flüssigen Linse bewerkstelliget werden kann; in dem letztern Fall wird das Oculärstück fest gemacht, was, wegen der grofsen Zartheit dieser Ajustirung, wahrscheinlich für astronomische Zwecke am zweckmäfsigsten ist.

Aufser den obigen Vortheilen in Gemäfsheit des Princips der Construction, bin ich zu hoffen geneigt, dafs noch ein anderer, den ich jedoch bis jetzt noch nicht praktisch erweisen konnte, hiemit verknüpft sey, nämlich die gänzliche Aufhebung oder sehr beträchtliche Schwächung des sogenannten sekundären Spectrums. Um die Ausführbarkeit dieses Gegenstandes zu prüfen, wollen wir zuvörderst annehmen, dafs die beiden Linsen sich berühren, und nun untersuchen, welche Bedingungen erforderlich sind, um den violetten, rothen und mittleren Strahl, für welchen letzteren man den an der Gränze des Violetten und Rothen im Spectrum nehmen kann, zu vereinigen. Die Brennweite des mittleren Strahls in der Tafelglaslinse sey f, und die Länge des Brennraums hinter f, nämlich die rothe Seite des Spectrums r, so ist die ganze Brennweite $f+r$; bezeichnen nun f', r', und folglich auch $f'+r'$ dasselbe für die Correctionslinse, so müssen wir, damit der rothe Strahl mit dem mittleren zusammenfalle, haben:

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{f'} = \frac{1}{f+r} - \frac{1}{f'+r'}$$

nun ist:
$$\frac{1}{f+r} = \frac{1}{f} - \frac{r}{f(f+r)},$$

und
$$\frac{1}{f'+r'} = \frac{1}{f'} - \frac{r'}{f'(f'+r')};$$

wenn also
$$\frac{1}{f} - \frac{1}{f'} = \frac{1}{f+r} - \frac{1}{f'+r'},$$

Digitized by

so müssen wir haben:

$$\frac{r}{f(f+r)} = \frac{r'}{f'(f'+r')},$$

und folglich: $f : f' :: \frac{r}{f+r} : \frac{r'}{f'+r'}$.

Die mittleren Brennweiten müssen sich demnach zu einander verhalten, wie der rothe Theil des Brennpunkts dividirt durch die volle Brennweite der rothen Strahlen, oder wie die Dispersionskraft dieser Seite des Spectrums in beiden Linsen.

Wenn wir eben so mit v und v' die Länge des violetten Theils beider Brennpunkte bezeichnen, so müssen, zur Coincidenz des violetten mit dem mittleren Strahl, haben:

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{f'} = \frac{1}{f-v} - \frac{1'}{f-v'},$$

und wie zuvor, finden wir, dafs diefs nur dann der Fall seyn könne, wenn:

$$\frac{v}{f(f-v)} = \frac{v'}{f'(f'-v')}, \quad \text{oder wenn} \quad f : f' :: \frac{v}{f-v} : \frac{v'}{f'-v'}$$

folglich sind die Bedingungen zur Vereinigung dieser drei Farben:

$$\frac{r}{f+r} : \frac{v}{f-v} :: \frac{r'}{f'+r'} : \frac{v'}{f'-v'}.$$

Da aber einerseits f, r und v, und anderseits f', r' und v', in jedem der respectiven Brennpunkte von einander abhängig und einander proportional sind, so können diese Verhältnisse, wenn sie nicht aus der Natur der beiden Media entspringen, nicht künstlich hervorgebracht werden, so lange die Linsen in Berührung stehen. Allein, wann bei der corrigirenden oder concaven Linse das Roth in einem gröfseren Verhältnisse von dem Violetten übertroffen wird, als in der convexen Linse das Roth vom Violetten, und wenn das Dispersionsverhältnifs so grofs ist, dafs man die Linsen hinlänglich von einander entfer-

Digitized by Google

nen darf; so läfst sich dann ein solcher Abstand finden, dafs die obige Proportion zuwege kommt, und also jene drei Strahlen, wenigstens annähernd, in einen gemeinschaftlichen Brennpunkt vereinigt werden.

Es sey nun d der Abstand zwischen den Linsen, und wie zuvor f die Brennweite der convexen Linse, dann mufs die negative Brennweite auf $\frac{(f-d)^2}{ff'} =$ der Dispersion, reducirt werden *).

Man nehme nun diese Länge, die noch durch f' bezeichnet seyn mag, als gefunden an, und lasse r' und v' ihre frühere Bedeutung, so wird das Verhältnifs

$$\frac{r'}{f'-r'} : \frac{v'}{f'-v'}$$

ebenfalls noch dasselbe bleiben.

Da aber der farbige Brennpunkt der convexen Linse derselbe wie zuvor geblieben, der mittlere Brennpunkt aber von f in f—d übergegangen ist, so müssen wir zur Vereinigung der drei Strahlen haben:

$$\frac{r}{(f-d)+r} : \frac{v}{(f-d)-v} :: \frac{r'}{f'+r'} : \frac{v'}{f'-v'}.$$

Die beiden letztern Glieder bleiben in demselben Verhältnisse, während man die beiden erstern durch Veränderung des Werthes von d, nach Belieben verändern kann; dieſs wird keinen Einfluſs auf das Verhältnifs zwischen den letztern Gliedern haben, obgleich die wirklichen Werthe von f', r' und v' sich nothwendig, bei jeder Aenderung des Werthes von d, verändern müssen.

Ist nun das Verhältnifs der beiden letzteren Glieder m : n, so haben wir, zur Auffindung von d:

$$\frac{r}{(f-d)+r} : \frac{v}{(f-d)-v} :: m:n, \text{ oder } \frac{nr}{(f-d)+r} = \frac{mv}{(f-d)-v}$$

welches nach Reduction giebt:

$$d = \frac{mvf + mvr - nrf + nvr}{mv - nr}$$

*) Phil. Transact. 1827. Art. XV.

Bezeichnen nun a', a'', a''' die Brechungsverhältnisse der rothen, grünen und violetten Strahlen der vorderen Linse, so finden wir, dafs sich f, v und r zu einander verhalten, wie: 1, $\frac{a''-a'}{a'}$, $\frac{a'''-a''}{a''}$; und substituiren wir diese Proportionalwerthe für die obigen Buchstaben, so wird unser Ausdruck:

$$a = fa'' \left\{ \frac{m(a'''-a'')-n(a''-a')}{ma'(a'''-a'')-na'''(a''-a')} \right\}.$$

Wenn eben so α', α'', α''' zur Bezeichnung des Brechungsverhältnisses der rothen, grünen und violetten Strahlen der corrigirenden Linse gebraucht werden, so finden wir:

$$\frac{r'}{f+r'} : \frac{v'}{f-v'} :: m : n :: \alpha'' - \alpha' : \alpha''' - \alpha'',$$

wodurch, nachdem die letztern für m und n substituirt werden, die Formel wird:

$$d = fa'' \left\{ \frac{(\alpha''-\alpha')(a'''-a'')-(\alpha'''-\alpha'')(a''-a')}{(\alpha''-\alpha')(a'''-a'')a'-(\alpha'''-\alpha'')(a''-a')a'''} \right\}$$

sein Ausdruck für den Abstand blofs durch die Brechungsverhältnisse und die Brennweite ausgedruckt.

Für das Tafelglas ist, nach Frauenhofer, $a' = 0{,}515$, $a'' = 0{,}525$ und $a''' = 0{,}535$; welche Werthe, nach Substitution, geben:

$$d = f \left\{ \frac{(\alpha''-\alpha')-(\alpha'''-\alpha'')}{0{,}981(\alpha''-\alpha')-1{,}019(\alpha'''-\alpha'')} \right\}$$

Im Flintglas ist, nach derselben Authorität, $\alpha' = 0{,}602$; $\alpha'' = 0{,}620$; $\alpha''' = 0{,}640$. Diese Zahlen substituirt, geben $d = 0{,}734\,f$, einen unpractischen Abstand in diesem Falle, weil das Dispersionsvermögen des Flintglases nicht grofs genug ist, um, bei solchem Abstande, die Tafelglaslinse zu corrigiren.

Wären diese Brechungsverhältnisse: 0,602, 0,621, 0,640, so würden wir $d = 0$ finden, und dann müfsten die Linsen in Berührung gebracht werden. Eine Veränderung von 0,001 in dem Brechungsverhältnisse der grünen Strahlen, verändert daher den Abstand der Linsen von

Digitized by Google

Null bis nahe zu drei Viertel der ganzen Brennweite der Tafelglaslinse. Die Bestimmung des geeigneten Abstandes zur Vereinigung der Farben, falls die Natur der Media diese zuläfst, hängt also von der allersorgfältigsten Bestimmung des Brechungsverhältnisses der rothen, grünen und violetten Strahlen ab. Wenn aber diese so bestimmt sind, und das Dispersionsvermögen des Mediums grofs genug ist, so kann die vollständigste Vereinigung bewirkt werden.

Ob der Schwefelkohlenstoff innerhalb dieser Gränze liegt oder nicht, bin ich gegenwärtig nicht im Stande zu sagen. Ich habe gehofft, die Brechungsverhältnisse der verschiedenen Strahlen mittelst eines Prisma's zu finden; allein es ist aufserordentlich schwierig, die Gränzen der verschiedenen Farben zu bestimmen, und vielleicht geschieht es am allerbesten durch Versuche mit dem Fernrohre selbst *). In der anfänglichen Furcht beim Auseinanderrücken der Linsen zu weit zu gehen, wurde bei dem erstern Versuch die Flüssigkeitslinse nur in sehr unbeträchtlichen Abstande hinter der Crownglaslinse aufgestellt, wobei die Menge der nicht aufgehobenen Farben sehr grofs war. Ich versuchte darauf einen Abstand von 18 Zoll, wobei die aufgehobenen Farben beträchtlich geringer als zuvor, doch gleichfalls noch zu grofs, waren. Bei dem Versuche mit diesem Abstande war der Capitain Kater zugegen. Ich brachte darauf die Linsen 24 Zoll von einander. Professor Airy, der bei diesem Versuche anwesend war, entdeckte noch einige nicht aufgehobene Farbe, welche jedoch für mein Auge nicht sichtbar war, als ich das Fernrohr, bei einer starken Vergröfserung auf den Jupiter, die Venus, oder sonst einen hellen Stern

*) Am schärfsten lassen sich wohl ohne Zweifel die Brechungsverhältnisse durch Beobachtung der schwarzen Linien im Spectrum bestimmen; wie es früher von Fraunhofer und ganz neuerlich von Rudberg (im vorigen Hefte, S. 45.) geschehen ist.

P.

Digitized by Google

gerichtet hatte; eben so wenig wurde dieser Mangel i keinem merklichen Grade von den anwesenden HH South und Beaufort bemerkt.

Aus der allmäligen Abnahme des überschüssigen Pur purs bei Veränderung des Abstandes der Linsen von 0 bi 24 Zoll, vermuthete ich, dafs bei einem Abstande vo 32 Zoll (vielleicht dem äufsersten, welchen ich be der 48zölligen Brennweite meiner Tafelglaslinse erwarte kann) das Roth im Ueberschusse seyn würde, und daf in diesem Falle der rechte Punkt zwischen diesen Grän zen liegen müfste.

Diefs ist jedoch noch durch Versuche zu bestätigen sollte es geschehen, so können wir als Vorzüge diese Fernrohres Folgendes aufzählen: 1) Dafs wir des Flint glases nicht bedürfen. 2) Dafs wir im Stande sind, die Oeffnung des Fernrohres beträchtlich zu erweitern. 3) Dafs es uns die Helligkeit, das Gesichtsfeld und die Fokalkraft eines Fernrohrs von wenigstens anderthalb, und wahrscheinlich zwei Mal so grofser Länge giebt. 4) Dafs fernere Versuche uns muthmafslich in den Stand setzen, eine solche Entfernung für die Linsen aufzufinden, dafs das (von der gewöhnlichen Construction unzertrennliche) sogenannte sekundäre Spectrum entweder völlig aufgehoben, oder sehr unbeträchtlich gemacht werde.

XVII. *Ueber die Construction grofser achromatischer Fernröhre;*

von Hrn. Rogers.

(Eine in der astronomischen Gesellschaft zu London am 11. April 1828 gehaltene Vorlesung, aus welcher das Edinb. Journal of Science No. XVII. S. 126. folgenden Auszug mittheilt.)

Der Verfasser beschreibt in diesem Aufsatze eine neue Construction von achromatischen Fernröhren, deren End-

Digitized by Google

zweck dahin geht, eine kleine Linse von Flintglas so einzurichten, dafs sie eine gröfsere von Crownglas zu compensiren vermag, um dadurch, mit Umgehung der mit der Darstellung gröfserer Flintglasscheiben verknüpften Schwierigkeiten, die Verfertigung achromatischer Fernröhre von beträchtlich gröfserer Oeffnung als gewöhnlich, möglich zu machen. Es ist bekannt, dafs bei der Einrichtung eines gewöhnlichen Objectives, welches nur aus zwei Linsen, einer von Crownglas, und einer von Flintglas, besteht, die letztere nicht so weit von der ersteren entfernt, und in den schmäleren Theil des Strahlenkegels gestellt werden kann, dafs daraus ein wirklicher Vortheil hinsichtlich der Verringerung des Durchmessers dieser Linse hervorginge; denn der Unterschied in dem Dispersionsvermögen der beiden Linsen ist so gering, dafs die Correction der chromatischen Aberration unmöglich wird, wenn ihr gegenseitiger Abstand eine gewisse Gröfse überschreitet.

Um diesen Uebelstand zu vermeiden und den erwähnten Vortheil zu erreichen, schlägt Hr. Rogers vor, zu der Correction nicht einfache Linsen vom Flintglas anzuwenden, sondern eine Doppellinse, bestehend aus einer convexen Crown- und einer concaven Flintglaslinse, deren Brennweiten so beschaffen seyen, dafs sie, vereinigt, auf die Strahlen von mittlerer Brechbarkeit als ein ebenes Glas wirken. Da das Flintglas ein gröfseres Dispersionsvermögen als das Crownglas besitzt, so ist klar, dafs jene Linse auf die violetten Strahlen als ein concaves, und auf die rothen als ein convexes Glas wirkt, und zwar um so kräftiger, als die Linsen für sich eine gröfsere Brechkraft oder Krümmung besitzen. Wenn man nun, bei einem Fernrohre, eine solche zusammengesetzte Linse *)

*) Eine zusammengesetzte Linse von gleicher Beschaffenheit, bemerkt Hr. Dr. Brewster, habe er schon vor mehreren Jahren zu demselben Zweck vorgeschlagen, und sey sowohl in den Edinburger Transactions, wie in der Edinburger Encyclopädie erwähnt worden. Auch habe er die Anwendung derselben zu achromatischen

zwischen das aus einer einfachen Linse von Tafel- oder Crownglas bestehende Objectiv und seinen Brennpunkt stellt, so wird sie die Brennweite der rothen Strahlen nicht ändern, dagegen aber die Brennweite der violetten Strahlen verlängern oder verkürzen. Diefs ist nun aber gerade, was zur achromatischen Vereinigung aller Strahlen in dem Brennpunkt fehlt; und da bei dieser Construction nichts die Kraft der Inviduen, aus welchen die Correctionslinse besteht, beschränkt, so können sie überall angewandt werden, wo man sie für zweckmäfsig erachtet, und wie grofs auch eine Crownglaslinse seyn mag, so kann sie dennoch, theoretisch genommen, immer durch eine Flintglaslinse-Scheibe von beliebiger Kleinheit corrigirt werden.

Allein diese Construction bringt noch andere, sehr merkwürdige, Vortheile mit sich. Denn erstlich, wenn die Correctionslinse nach einer auf das Refractions- und Dispersionsvermögen ihrer Bestandtheile und auf die beabsichtigte Oeffnung gegründeten Rechnung annähernd richtig geschliffen worden ist, so kann zuletzt die vollständige Aufhebung der Farben, ohne dafs man die Linsen aufs Neue zu schleifen braucht, dadurch erhalten werden, dafs man die zusammengesetzte Linse, mittelst einer Schraube längs der Axe des Fernrohrs verschiebt, entweder dem Objectiv nähert oder von ihm entfernt, bis die Bedingung des Achromatismus bestmöglichst erfüllt ist. Und zweitens kann auch die sphärische Aberration in gleicher Weise zuletzt dadurch corrigirt werden, dafs man die Linsen des Correctionsglases langsam von einander trennt. Die Krümmung dieser Linsen mufs hiezu

Fernröhren einer ausgezeichneten Person, die sich gegenwärtig in einem entlegenen Theile der Welt befände, mitgetheilt; da er aber niemals über diese Anwendung etwas bekannt gemacht habe, so gebühre Hrn. Rogers das Verdienst der ursprünglichen Erfindung. Dr. Brewster fügt noch hinzu, er habe mehrere, von ihm achromatisch genannte, Linsen aus Cassiaöl und Tafelglas verfertigt, und sie häufig zur Correction der Farben im Auge und in Vergröfserungsgläsern gebraucht.

Digitized by Google

durch eine Berechnung zuvor so bestimmt worden seyn, dafs sie diese Correction zulassen; eine Bedingung, welche nach dem Verfasser immer möglich ist.

Hr. Rogers erklärt seine Construction durch eine Figur, und giebt zur Bestimmung der Brennpunkte der Linsen des Correctionsglases eine Formel an, welche sich in Worten folgendermafsen ausdrücken läfst. »Die Brennweite jeder Linse des Correctionsglases verhält sich zu der des Objectives wie das Verhältnifs des Quadrats der Oeffnung der Correctionslinse zu dem des Objectives, multiplicirt mit dem Verhältnisse des Unterschiedes zwischen dem Dispersionscoëfficienten von Crown- und Flintglas zu dem Dispersionscoëfficienten des Crownglases.« Um so z. B. die Farben einer Crown- oder Tafelglaslinse von 9 Z. Oeffnung und 14 F. Brennweite (den Dimensionen des berühmten Fraunhofer'schen Fernrohrs in Dorpat) durch eine Flintglasscheibe von 3 Z. Durchmesser aufzuheben, mufs die Brennweite jeder Linse des Correctionsglases ungefähr 9 Z. betragen. Um sie durch ein Glas von 4 Z. aufzuheben, ist für jede Linse eine Brennweite von ungefähr 16 Zoll erforderlich.

Der Verfasser bemerkt endlich noch, dafs es nicht unumgänglich nothwendig sey, das Correctionsglas als eine ebene Linse wirkend zu machen, sondern dafs es hinreiche, wenn man es so einrichte, dafs es für die rothen Strahlen eine kürzere Brennweite habe, als für die violetten. Wenn man diese Bedingung beibehält, kann man es so verfertigen, dafs es als eine concave Linse wirkt, wodurch man, wie bei Hrn. Barlow's Construction, den Vortheil erlangt, dafs bei derselben Focalkraft die Länge des Fernrohrs verkürzt wird. Ueberdiefs glaubt der Verfasser, dafs man, bei einer zweckmäfsigen Wahl der Brennweiten u. s. w. der Linsen, hoffen dürfe, mit allen diesen Vorzügen auch den der Aufhebung des secundären Spectrum zu vereinigen, um so ein vollkommnes Fernrohr zu erhalten.

XVIII. *Bemerkung über die Auflösung des Selens in Schwefelsäure; von G. Magnus.*

Dafs die Schwefelsäure im concentrirten Zustande wirklich die Eigenschaft besitzt, Tellur, Selen und Schwefel unoxydirt aufzulösen, wie ich dies. Ann. Bd. 10. S. 491. gezeigt habe, glaube ich gegen die im Bd. 12. S. 153. d. Ann. gemachten Einwürfe des Hrn. Prof. Fischer durch folgenden Versuch bestätigen zu können.

Die Auflösung des Selen in concentrirter Schwefelsäure erfolgt erst bei einer geringen Temperaturerhöhung, und man hat sich dabei sehr in Acht zu nehmen, dafs nicht ein Theil desselben oxydirt werde. Mit dieser Vorsicht wurde eine Quantität Selen in Vitriolöl aufgelöst, die klare grüne Lösung in destillirtes Wasser gegossen, und das niedergeschlagene Selen auf einem gewogenen Filtrum gesammelt, gut ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Durch die abfiltrirte Flüssigkeit wurde Schwefelwasserstoff geleitet. Sie trübte sich dadurch unbedeutend, und setzte nach einigen Tagen einen sehr geringen gelben Niederschlag ab, der gleichfalls auf ein gewogenes Filtrum gebracht, getrocknet und gewogen wurde. Wiewohl derselbe gewifs vielen überschüssigen Schwefel enthielt, so nahm ich ihn doch für reines Schwefelselen, und berechnete daraus die Menge des Selens. Sie betrug 2,09 Proc. oder $\frac{1}{50}$ des ausgefällten Selens, und darnach würde also, wenn das Selen als Oxydul in der Schwefelsäure aufgelöst gewesen wäre, der Sauerstoff dieses fraglichen Oxyduls sich zu dem der selenichten Säure wie 1:50 verhalten haben. Ein so unwahrscheinliches Verhältnifs dürfte doch wohl schwerlich anzunehmen seyn.

Dagegen scheint mir aus diesem Versuche deutlich hervorzugehen, dafs Schwefel, Selen und Tellur sich unoxydirt in der Schwefelsäure lösen, wenn gleich es auch bei der grofsen Verwandtschaft dieser Körper zum Sauerstoff unmöglich ist, den Zutritt der Luft so abzuhalten, dafs nicht Spuren von ihnen oxydirt werden. Wenn übrigens Hr. Prof. F. bei der Auflösung des Tellurs eine Entwicklung von schwefelichter Säure bemerkt hat, so kann ich nur annehmen, dafs dessen Tellur nicht rein gewesen sey; denn mit reinem Tellur habe ich n[illegible] Spur davon wahrgenommen.

Digitized by Google

XIX. *Fortsetzung der Analyse des Platins vom Ural; von Dr. G. Osann, Professor der Chemie in Dorpat* *).

Analyse des in Salpeter-Salzsäure unaufgelöst gebliebenen Theils des uralschen Platins.

Das specifische Gewicht desselben fand ich, wie folgt:

Barom. Paris.	Therm.	Gew. d. R. in Grm.	Sp. Gew.
333‴10	16°5 C.	1,459	4,019

Behandlung des Rückstandes mit Kali.

Vers. 1. 10,91 Grm. wurden mit 84,8 Grm. Kalilauge von 1,258 spec. Gew. oder 40,5 Proc. Gehalt an Kalihydrat in einem Silbertiegel übergossen. Dieser wurde hierauf mit einer Glasplatte bedeckt, und der Zwischenraum zwischen Glasplatte und Tiegel mit etwas Klebwachs verstrichen, um die Einwirkung der Kohlensäure abzuhalten. Nachdem der Tiegel geraume Zeit der Temperatur einer mäfsigen Stuben-Ofenwärme ausgesetzt gewesen war, wurde die Glasplatte abgenommen. Die Flüssigkeit hatte sich etwas gebräunt, der Rückstand hatte noch dasselbe Aussehen wie früher.

Vers. 2. Zu dieser Flüssigkeit wurden drei kleine Krystalle Salpeter gethan, um die bei dem Schmelzen stattfindende oxydirende Einwirkung des Kali's auf die Metalle zu befördern. Die Flüssigkeit wurde nun über einer Weingeistlampe zum Sieden gebracht, zur Trockne abgedampft und die erhaltene Masse sodann bei einer bis zum Rothglühen des Tiegels gehenden Hitze eine Stunde lang erhalten. Die Masse wurde nun in Wasser aufgeweicht und das Unaufgelöste durch Stehenlassen an

*) Man sehe dies. Ann. Bd. XIII. S. 283.

einem mäfsig warmen Ort von dem Aufgelösten getrennt. Die überstehende Flüssigkeit hatte einen schwachen Geruch nach Osmium und eine gelbliche Farbe. Diese Farbe veränderte sich jedoch bald in eine weifslichgraue, herrührend von einem feinen Niederschlag, welcher sich in der Flüssigkeit bildete. Nachdem sich derselbe gänzlich zu Boden gesetzt hatte, wurde die überstehende Flüssigkeit abgegossen, und der Rückstand so lange mit Wasser ausgewaschen, bis das Aussüfswasser fast ungetrübt erschien. Wir bezeichnen diese Substanz von weifslichgrauem Aussehen mit *A*. Die abgegossene Flüssigkeit wurde den alkalischen Laugen, welche zur ferneren Aufschliefsung des Rückstandes angewendet werden sollten, zugegeben. Der metallische Rückstand hatte noch dasselbe Aussehen wie früher, aber das Verhältnifs der Gemengtheile war verändert worden, das grauë metallische Pulver hatte sich vermindert, die weifsen erdigen Körner waren aufgelöst, die metallischen Flittchen schienen unangegriffen geblieben zu seyn.

Vers. 3. Der Rückstand wurde von Neuem mit 84,8 Grm. Kalilauge von demselben spec. Gew. wie früher, ebenfalls unter Hinzufügung einiger kleinen Krystalle Salpeter übergossen, und auf dieselbe Weise, wie im zweiten Versuch, verfahren. Die geschmolzene Masse sah schwarz aus; mit Wasser übergossen, weichte sie auf und theilte demselben eine dunklere Farbe mit als die war, welche unter gleichen Umständen im vorigen Versuche erhalten wurde. Die erhaltene Flüssigkeit wurde zur Absetzung des unaufgelöst Gebliebenen an einen mäfsig warmen Ort gesetzt. Als sich dasselbe abgesetzt hatte, wurde die Flüssigkeit abgegossen, mit Wasser verdünnt und zum Sieden gebracht. Meine Absicht war, diejenige Substanz zu erhalten, welche im vorigen Versuche das Auswaschwasser getrübt hatte. Bei dem Sieden der Flüssigkeit setzten sich einige wenige graulichweifse Flocken ab, welche von der Beschaffenheit er-

Digitized by Google

wähnter Substanz zu seyn schienen. Sie wurden durch Absetzenlassen gewonnen und derselben (*A*) beigegeben. Ich bemerke noch, dafs beim Aufkochen der Flüssigkeit ein starker Geruch nach Osmium wahrgenommen wurde.

Vers. 4, 5, 6, 7, 8. Auf die in den Versuchen 2 und 3 befolgte Weise wurde der Rückstand fortwährend mit Kali und Salpeter behandelt. Bei der achten Behandlung erhielt ich eine geschmolzene Masse, welche in Wasser aufgelöst und zum Sieden erhitzt keinen Geruch nach Osmium mehr wahrnehmen liefs. Obwohl die Nichtwahrnehmung des Geruches des Osmiums ein guter Beweis für das Nichtvorhandenseyn desselben ist, so wurde jedoch noch folgendes Verfahren eingeschlagen, um auf das Entscheidenste die Abwesenheit des Osmiums in dieser Flüssigkeit darzuthun. Es wurde durch dieselbe Kohlensäure geleitet, bis keine Gasblasen mehr absorbirt wurden. Die Flüssigkeit wurde hierauf in eine Retorte gebracht und bis zur Trockne abfiltrirt. Hätte sie noch Osmium enthalten, so mufste sich dieses jetzt in dem Destillat befinden. Das Destillat war ohne Geruch und Geschmack, einige Tropfen Galläpfeltinktur, bekanntlich das beste Reagenz auf Osmiumoxyd, brachten nicht die geringste blaue Färbung hervor. Es war also kein Osmium mehr darin enthalten.

Der Rückstand hatte jetzt ganz das metallische Ansehn verloren und eine graulichschwarze Farbe angenommen. Wir bezeichnen ihn mit *B*.

Vers. 9. Sämmtliche alkalische Flüssigkeiten wurden zusammengegossen, und das darin befindliche Kali durch kohlensaures Gas, welches ich hindurch leitete, gesättiget. Hierdurch wurde das Kali von dem Osmiumoxyd getrennt, und dieses konnte nun durch Destillation erhalten werden. Die Flüssigkeiten wurden in Retorten gebracht und der Destillation unterworfen. Als sie bis zur Trockne abdestillirt waren, wurde Wasser aufgegossen und von Neuem destillirt. Nachdem diefs Verfah-

ren einigemal wiederholt worden war, konnte in den erhaltenen Destillaten durch Zusatz von Galläpfeltinktur keine Spur von Osmium mehr angezeigt werden. Die erhaltenen Destillate wurden zur Abscheidung des Osmiums mit Alkohol versetzt. Wir bezeichnen diese Flüssigkeit mit *C*.

Vers. 10. Bei dem Sieden der in der Retorte befindlichen Flüssigkeiten hatte sich ein schwärzlichgraues Pulver abgesetzt und beim Erkalten schied sich eine weifse gelatinöse Substanz aus. Es war jetzt die Aufgabe, diese beiden Substanzen von einander zu trennen. Die zur Trockne in den Retorten abgedampften Flüssigkeiten wurden mit Wasser aufgeweicht, in eine silberne Schale gegossen und zum Sieden gebracht. Die weifse Substanz, welche ich fernerhin das weifse Oxyd nennen werde, hatte sich bei dieser Temperatur aufgelöst, die schwärzlichgraue blieb unaufgelöst. Durch Filtriren, welches ich bei einer beinahe die Siedhitze der Flüssigkeit erreichenden Temperatur vornahm, wurde letzteres von der Flüssigkeit getrennt. Dasselbe wurde zur ferneren Analyse aufbewahrt und mit *E* bezeichnet. Das Filtrat wurde zur Trockne abgedampft und die trockne Masse mit Wasser, welches beinahe bis 0 erkältet war, übergossen. Sie weichte langsam darin auf, unter Hinterlassung des weifsen Oxyds. Um dieses zu erhalten, wurde die Flüssigkeit an einem Ort filtrirt, welcher die eben angegebene niedere Temperatur hatte. Als der auf dem Filter gesammelte Niederschlag mit Wasser von derselben niederen Temperatur ausgewaschen wurde, verminderte sich derselbe, und es zeigten sich im Filtrat einige weifse Flokken. Es mufste also das weifse Oxyd etwas in Wasser auflöslich seyn, nicht aber in der Flüssigkeit, welche durchfiltrirt war. Da nun diese hauptsächlich kohlensaures Kali enthielt, so wendete ich jetzt zum Auswaschen des Oxyds eine Auflösung dieses Salzes an. Es wurde so lange damit ausgewaschen, bis die vom Filter ablaufenden Tropfen zur Trockne abgedampft und mit kaltem Was-

Digitized by Google

Wasser übergossen sich vollkommen klar darin auflösten. Das Filtrat wurde abermals zur Trockne abgedampft, von Neuem in kaltem Wasser aufgeweicht, und so die letzte Menge des weifsen Oxyds gewonnen. Das Filtrat wurde mit Salzsäure übersättiget und für die fernere Analyse bei Seite gesetzt.

Vers. 11. Das weifse Oxyd hatte, nachdem es eine Zeit lang aufbewahrt worden, jedoch noch nicht völlig ausgetrocknet war, eine etwas in's Graue gehende Farbe angenommen, welche sich jedoch, als es zum völligen Austrocknen erhitzt wurde, wieder verlor. Der Grund dieser Farbenänderung konnte ein doppelter seyn. Die Färbung konnte von einer dabei befindlichen fremden Substanz herrühren, oder sie konnte Folge einer Oxydation des weifsen Oxyds seyn. Um hierüber zu entscheiden, wurde das weifse Oxyd in Salzsäure gebracht und diese damit erwärmt. Die Salzsäure nahm hierdurch eine etwas in's Gelblichgrüne gehende Farbe an, und eben so färbte sich das weifse Oxyd. Es ging hieraus hervor, dafs die Salzsäure Einflufs auf das Färbende des weifsen Oxyds habe. Um nun die Einwirkung der Salzsäure bis zum Maximum zu verstärken, wurde salzsaures Gas durch die Flüssigkeit, welche durch, das Gefäfs umgebenden Schnee erkältet worden war, geleitet, und damit so lange angehalten, bis die Flüssigkeit kein Gas mehr absorbirte. Die Farbe der Salzsäure hatte sich wenig verändert, und von dem Oxyd schien nichts aufgelöst worden zu seyn. Die Flüssigkeit wurde zum Sieden gebracht. Hierdurch nahm sie eine mehr in's Grüne gehende Farbe an. Nachdem sie erkaltet war, wurde sie filtrirt. Die salzsaure Auflösung wurde bei Seite gesetzt. Der auf dem Filter sich befindende Niederschlag wurde in Kalilauge gebracht, worin er sich, als die Lauge zum Sieden erhitzt wurde, auflöste. Die Flüssigkeit wurde nun zur Trockne abgedampft, geschmolzen und dann in Wasser aufgeweicht. Es blieb eine geringe Menge eines grauen Pulvers zurück,

welches abfiltrirt wurde. Das Filtrat wurde nun mit Salzsäure übersättiget, wodurch das weifse Oxyd in weifsen gelatinösen Flocken ausgeschieden wurde, und hierauf salzsaures Gas hindurchgeleitet und wie früher verfahren. Die Flüssigkeit sah gelb aus und wurde beim Erhitzen etwas grünlich. Es wurde daher das weifse Oxyd nochmals abfiltrirt und damit wie früher verfahren. Diese Operation wurde so lange fortgesetzt, bis bei Behandlung des weifsen Oxyds mit Salzsäure keine Färbung derselben mehr wahrgenommen wurde. Wir bezeichnen das weifse Oxyd mit *F*. Die geringe Menge des grauen Pulvers, welches sich bei dem Wiederauflösen des mit Kali geschmolzenen Oxyds ergeben hatte, wurde zu dem früher erhaltenen schwarzgrauen Pulver *E* gethan. Die erhaltenen salzsauren Flüssigkeiten wurden zusammengegossen und zur ferneren Analyse bei Seite gestellt. Ihnen wurden sowohl der Rückstand *B* als das schwarzgraue Pulver *E* zugegeben.

Untersuchung des weifsen Oxyds *F*.

Verhalten desselben vor dem Löthrohr.

1) Zwischen den Spitzen einer Platinzange der äufseren Flamme ausgesetzt, blieb es	unverändert.
Dasselbe fand in der Reductionsflamme statt. Auf Kohle wurde in bei den Flammen dasselbe Verhalten beobachtet.	
2) Mit Soda auf Platin in der äufseren Flamme geschmolzen, gab es	eine Glasmasse von weifsgrauer Farbe.
Mit Soda auf Kohle geschmolzen, gab es in der äufseren Flamme	ein violettrothes Glas.
Im Reductionsfeuer	entfärbte sich dasselbe unter Ausscheidung des weifsen Oxyds, welches an einer Stelle der Perle sichtbar wurde.

Digitized by Google

3) Mit Borax wird in äufserer Flamme durch anhaltendes Blasen.	eine Perle erhalten, welche eben so gefärbt ist, wie die mit Soda erhaltene, jedoch von weniger intensiver Farbe, und wie es mir schien weniger violett.
In der Reductionsflamme	wird die Perle ganz entfärbt, ohne dafs ausgeschiedenes weifses Oxyd bemerkt werden könnte.
4) Mit Phosphorsalz giebt es in der äufseren Flamme	ein weifses, wie Emaille aussehendes Glas, welches schwer schmelzbar ist.
Im Reductionsfeuer	unverändert.

Nimmt man an, dafs die Substanz, welche die Grundlage des weifsen Oxyds ausmacht, eine höhere Oxydationsstufe von rother Farbe habe, so erklärt sich das angeführte Verhalten vor dem Löthrohr sehr gut. Dafs es auf Platin mit Soda nicht das violette Glas giebt, welches man auf Kohle erhält, erklärt sich ganz genügend aus der gröfseren Hitze, welche vermöge der geringeren Wärmeleitungsfähigkeit der Kohle als des Platins auf derselben entsteht.

Die Färbung der Sodaperle in der äufseren Flamme erklärt sich aus der durch die Oxydationsflamme des Löthrohrs bewirkten Oxydation desselben, so wie die Ausscheidung des weifsen Oxyds in der innern Flamme durch die Reduction des rothen Oxyds auf das weifse. Eben so erklärt sich die Färbung der Boraxperle in der äufseren Flamme. Dafs in der Reductionsflamme kein weifses Oxyd ausgeschieden wird, zeigt, dafs beide Oxyde mit Borax Verbindungen eingehen.

Das Verhalten desselben mit Phosphorsalz zeigt, dafs dasselbe mit phosphorsaurem Natron keine Verbindung eingehen kann. Diese Eigenschaft entspricht ganz seiner electronegativen Natur, welche sich vorzüglich durch sein Verhalten auf nassem Wege kund thut.

Das weifse Oxyd ist im frisch gefällten Zustande gelatinös, etwas durchscheinend; getrocknet erscheint es als eine leichte weifse Substanz, welche sich leicht zerreiben läfst. Ich bemerke hierbei noch, dafs, als ich das weifse Oxyd unter einer Glasglocke dem Sonnenlicht zum Austrocknen aussetzte, dieses an den Stellen, welche dem Lichte vorzüglich ausgesetzt waren, einen röthlichen Ueberzug annahm, welcher sich jedoch bei dem stärkeren Eintrocknen wieder verlor.

Die Eigenschaft des weifsen Oxyds, sich leicht in Kalilauge aufzulösen, zeigt uns, dafs es zu der Classe der electronegativen Oxyde gehört. Wir wollen jetzt sehen, ob die Eigenschaften desselben, die wir so eben kennen gelernt haben, mit den eines bekannten Metalloxyds oder einer Zusammensetzung mehrerer übereinkomme.

Dafs es weder Antimonoxyd noch Telluroxyd seyn kann ergiebt sich daraus, dafs es feuerbeständig ist. Dafs es ferner weder antimonige Säure, Antimonsäure, Zinkoxyd, Wismuthoxyd oder Zinnoxyd seyn kann, erhellet daraus, dafs es weder für sich noch mit Soda in der inneren Flamme behandelt reducirt wird. Eben so wenig konnte es eine Verbindung dieser Metalloxyde mit Erden seyn, da dann im Reductionsfeuer doch einige metallische Theile hätten bemerkt werden müssen.

Es blieben also nur noch Titanoxyd und Tantaloxyd übrig. Bevor wir jedoch die Eigenschaften dieser Oxyde mit dem unserigen vergleichen wollen, werden wir zuvörderst noch das Verhalten desselben auf dem nassen Wege mittheilen.

Vers. *a.* Es wurde eine gewisse Menge weifsen Oxyds im frisch gefällten Zustande mit Schwefelsäure von 1,790 spec. Gew. übergossen und damit bis zum Sieden erhitzt. Es schien sich nichts aufgelöst zu haben. Die Säure wurde abfiltrirt und das Filtrat abgedampft. Es

Digitized by Google

verflüchtigte sich vollständig, die Säure hatte also nichts aufgelöst.

Vers. *b.* Derselbe Versuch mit Salzsäure von 1,132 specifischem Gewicht angestellt, gab dasselbe Resultat.

Vers. *c.* Dasselbe erfolgte, als es auf gleiche Weise mit Salpetersäure von 1,353 spec. Gew. behandelt wurde.

Vers. *d.* Mit Kalilauge von 1,258 spec. Gew. im frisch gefällten Zustand übergossen, löste es sich bei Anwendung von Wärme mit der gröfsten Leichtigkeit auf. Aus der Auflösung fällten Säuren das Oxyd.

Vers. *e.* Mit Natronlauge von 1,085 spec. Gew. erhielt ich dasselbe Resultat.

Vers. *f.* Flüssiges Ammoniak von 0,970 spes. Gew. damit digerirt, löste das Oxyd vollkommen auf. Aus der Auflösung fällten Säuren dasselbe.

Diese Eigenschaften stimmen zum Theil mit den des Titans und des Tantals überein. Zur Vergleichung der Eigenschaften dieser drei Körper diene folgende tabellarische Uebersicht derselben.

Titanoxyd.	Weifses Oxyd.	Tantaloxyd.
1) Weifs, im frischen Zustand flockig, aufgequollen, gallertartig, geht, beim Auswaschen mit Wasser, als eine weifse Flüssigkeit, wie Milch, durch's Filter und verstopft dieses zuletzt.	Weifs, sehr voluminös, gallertartig durchscheinend, ähnlich dem Stärkekleister, vermengt sich nicht mit Wasser, so dafs es durch's Filter ginge, Lackmus nicht röthend.	Schneeweifs, voluminös, Lackmus röthend.
Verhalten zu den Säuren.		
2) Löst sich als Hydrat in starken concentrirten Säuren auf.	Völlig unauflöslich in starken concentrirten Säuren, auch bei Anwendung von Wärme.	Das Hydrat löst sich etwas in Schwefel- u. Salzsäure auf.
Verhalten zu den Alkalien.		
3) Das Hydrat löst sich etwas in wäfsrigem Kali auf.	Löst sich vollkommen und in reichlicher Menge in wäfsrigem Kali, Natron und Ammoniak auf.	Vereiniget sich mit den Salzbasen zu theils löslichen, theils unlöslichen Verbindungen.

Digitized by Google

Dafs sich im Vers. 10. im Filtrat weifse Flocken ausschieden, welche von dem mit Wasser ausgewaschenen weifsen Oxyd herrührten, ist eine Erscheinung ganz anderer Art, als die unter denselben Umständen bei dem Titanoxyd bemerkt wird, unter welchen dasselbe als eine weifse Flüssigkeit (wie Milch) durch's Filter geht.

Verhalten vor dem Löthrohr.

Titanoxyd.	Weifses Oxyd.	Tantaloxyd.
1) Für sich unverändert.	Für sich unverändert.	Für sich unverändert.
2) Von Soda wird d. Titanoxyd mit Brausen und Spritzen zu einem klaren dunkelgelben Glase aufgelöst, das nicht v. der Kohle eingesogen wird, und das bei der Abkühlung weifsgrau oder weifs wird.	Mit Soda auf Kohle geschmolzen, giebt es in d. äufseren Flamme ein violettrothes Glas, im Reductionsfeuer entfärbte sich dasselbe unter Ausscheidung d. weifsen Oxyds, welches an einer Seite der Perle sichtbar wird.	Mit Soda vereiniget es sich mit Brausen, aber schmilzt nicht u. reducirt sich nicht.
3) Mit Borax wird es auf Platindrahtleicht zu einem farblosen Glase aufgelöst. Im Reductionsfeuer wird es erst gelb, dann amethystfarben.	Mit Borax unter anhaltendem Blasen eine Perle von derselben Färbung wie die Sodaperle. In der innern wird sie entfärbt.	Mit Borax giebt es ein klares, farbloses Glas, das geflattert unklar wird.
4) Mit Phosphorsalz in der äufsern Flamme giebt es ein klares, farbloses Glas, das im Reductionsfeuer gelblich erscheint, so lange es noch heifs ist, bei der Abkühlung aber eine schöne blaue Farbe annimmt.	Mit Phosphorsalz giebt es in der äufsern Flamme ein weifses, wie Emaille aussehendes Glas, welches schwer schmelzbar ist, und sich in der innern Flamme nicht reducirt.	Von Phosphorsalz wird es leicht und in grofser Menge zu einem farblosen Glase aufgelöst, das bei der Abkühlung nicht unklar wird.

Da aus diesen Versuchen deutlich hervorgeht, dafs diefs Oxyd eben so wenig Titan- oder Tantaloxyd, noch

eine Verbindung beider seyn kann, so mufs man es als das Oxyd einer neuen Substanz betrachten. Obwohl nun nach unseren Kenntnissen die Grundlage dieses Oxyds nicht wohl etwas anderes als ein Metall seyn kann, so glaubte ich doch dasselbe zuvörderst reduciren zu müssen, ehe ich es als ein neues Metall aussprechen könnte.

Ich versuchte zuerst durch Hinwegleiten von Wasserstoffgas nach gebräuchlicher Weise, unter Erhitzung mittelst einer Spirituslampe, dasselbe zu reduciren. Dieſs gelang nicht, doch mufs ich bemerken, dafs an den Kanten der Stücken des weifsen Oxyds die weifse Farbe sich in eine gelbe verwandelt hatte. Ich setzte das Hinwegleiten des Wasserstoffgases fort, es war mir jedoch nicht möglich, eine andere, als die bereits angeführte Veränderung hervorzubringen.

Es wurde jetzt das weifse Oxyd mit Kohle zusammengerieben und der Weifsglühhitze ausgesetzt. Das Oxyd hatte sich reducirt, allein die einzelnen reducirten Metallkügelchen waren so klein, dafs die Farbe derselben nicht deutlich erkannt werden konnte.

Ich versuchte jetzt mit schwarzem Flufs dasselbe zu reduciren. Zu dem Ende wurden gleiche Theile schwarzer Flufs und weifses Oxyd zusammengerieben, und die Mischung einer starken und anhaltenden Hitze ausgesetzt. Ich erhielt ein ungefähr $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser haltendes Stück, welches vollkommenen Metallglanz hatte. Die Farbe desselben schien mir zwischen der des Goldgelb und zwischen der des Schwefelkieses mitten inne zu liegen.

Da dieses Metall, welches ich nach den so eben beschriebenen Eigenschaften als ein neues glaube annehmen zu müssen, sich in gröfserer Menge als das früher erwähnte in dem uralschen Platin befindet, und auch durch seinen schönen, dem Golde ähnlichen metallischen Glanz sich mehr empfiehlt, so glaube ich, dafs der Vorschlag, das zuerst aufgefundene neue Metall Ruthe-

Digitized by Google

nium zu nennen, besser auf dieses angewendet werden könne.

Wir wenden uns jetzt zu der Untersuchung der osmiumhaltigen Destillate, welche zur Reduction desselben mit Alkohol versetzt worden war. Die Flüssigkeiten waren bald, nachdem sie mit Alkohol vermischt worden waren, schwarz geworden. Einige Zeit darauf hatte sich in denselben ein Niederschlag eines feinen schwarzen Pulvers gebildet. Er wurde abfiltrirt. Das Filtrat wurde jetzt mit hydrothionsaurem Schwefelammoniak versetzt. Die Absicht dieses Verfahrens war, zu sehen, ob es vielleicht das früher erhaltene neue Metall enthielte, denn da das Oxyd desselben flüchtig ist, so konnte es mit dem Osmium überdestillirt seyn, und sich in dieser Flüssigkeit befinden. Ich konnte jedoch keinen grauen Niederschlag erhalten, welcher dieses Metall, wäre es vorhanden gewesen, damit gebildet haben würde.

Das schwarze Pulver wurde jetzt mit Kali geschmolzen, die Masse hierauf in Salpetersäure aufgelöst, in eine Retorte gebracht und einer Destillation bei sehr gelindem Feuer ausgesetzt. Nachdem ein Theil der Flüssigkeit übergegangen war, wurde das Feuer hinweggenommen und die Flüssigkeit allmälig erkaltet. Die Absicht, welche ich hierbei hatte, war folgende: Da in dem Filtrat, erhalten von dem schwarzen Pulver, das neue Metall nicht enthalten war, so konnte es durch die Einwirkung des Alkohols reducirt seyn und sich in dem schwarzen Pulver befinden. Befand es sich darin, so mufste es durch Behandlung mit Kali und nachheriges Auflösen der Masse in Salpetersäure, Erwärmen, Erkalten, durch Krystallisation erhalten werden, ganz auf dieselbe Weise, wie es mir zuerst gelang dasselbe darzustellen. Ich erhielt jedoch auf diese Weise auch bei öfterer Wiederholung der Operation nur Krystalle von salpetersaurem Kali.

Die in der Retorte befindliche Masse wurde mit

Digitized by Google

Wasser übergossen und von neuem destillirt, bis das Uebergehende keinen Geruch nach Osmium mehr zeigte. Das Destillat wurde nun mit Natron gesättiget, um die freie Säure hinwegzunehmen, und hierauf mit der Flüssigkeit folgende Prüfungen vorgenommen:

Galläpfeltinktur zur Flüssigkeit gesetzt	bewirkte sogleich eine blaue Färbung, welche zusehends dunkler wurde, und zuletzt ganz schwarz erschien.
Weingeist zur Flüssigkeit gesetzt	erzeugte eine Schwärzung derselben; nach einiger Zeit setzte sich ein schwarzes Pulver ab.
Ein Zinkstängelchen in die mit etwas Salzsäure geschärfte Flüssigkeit gesetzt	fällte ein schwarzes Pulver.

Nach diesen Reactionen, zu welchen auch die characteristische des Geruchs hinzukommt, kann man nicht zweifeln, dafs die in Rede stehende Substanz Osmium war.

Mit der mit *A* bezeichneten Substanz (Vers. 3.) wurden folgende Versuche vorgenommen. Es wurde zuvörderst mit Kali geschmolzen, hierauf die Masse in Salpetersäure gebracht und damit digerirt. Die Säure nahm eine etwas gelbliche Farbe an, sie wurde von dem unaufgelöst Gebliebenen abgegossen, und dieses dann mit Salpeter-Salzsäure digerirt. Auch diese färbte sich etwas dunkler. Dieselbe wurde hierauf von dem unaufgelöst Gebliebenen abgegossen. Das Zurückgebliebene sah graulich aus; es war eine so geringe Menge, dafs nur einige Versuche mit dem Löthrohr vorgenommen werden konnten. Hiernach verhielt es sich wie das beschriebene weifse Oxyd. Die salpetersaure und salpetersaure salzsaure Flüssigkeiten wurden zu erhaltenen salzsauren Auflösungen gegossen.

Digitized by Google

Untersuchung des Rückstandes *E* und der salzsauren Flüssigkeiten.

Vers. 13. Sämmtliche salzsaure Flüssigkeiten wurden zusammengegossen; und das schwarzgraue Pulver (*E*) ihnen zugefügt. Das Gefäfs, welches die Flüssigkeit enthielt, wurde in eine zinnerne Schale gestellt, und diese zur Erkältung der Flüssigkeit mit Schnee gefüllt. Hierauf wurde salzsaures Gas durch die Flüssigkeit geleitet. Als keine Gasblasen mehr absorbirt wurden, wurde die Flüssigkeit von dem unaufgelöst Gebliebenen abgegossen, dieses von Neuem mit Salzsäure übergossen und wie vorher verfahren. Diefs Verfahren wurde so lange fortgesetzt, bis die Flüssigkeit fast ganz farblos erschien. Der Rückstand *E* hatte sich bis auf eine geringe Menge einer weifsen, durchscheinenden, gallertartigen Substanz und eines Pulvers von metallischem Aussehen aufgelöst. Die Auflösung wurde von dem unaufgelöst Gebliebenen durch Filtriren getrennt. Die auf dem Filter erhaltene Substanz wurde davon abgenommen, in Kalilauge gebracht und damit bis zum Sieden erhitzt, hierauf zur Trockne abgedampft, die erhaltene Masse in Salzsäure aufgelöst und die Auflösung filtrirt. Die weifse gallertartige Substanz hatte sich aufgelöst; der auf dem Filter befindliche Niederschlag war das schon erwähnte metallische Pulver. Das Filtrat zur Trockne abgedampft, in mit etwas Salzsäure geschärftem Wasser aufgelöst, liefs eine weifse, gallertartige Substanz zurück. Die salzsaure Auflösung wurde zu den übrigen salzsauren Flüssigkeiten gegossen.

Mit der weifsen gallertartigen Substanz wurden folgende Versuche angestellt:

1) In bis zum Sieden erhitzter Kalilauge — auflöslich. Die Auflösung mit Salzsäure versetzt, erschien opalisirend.

2) In eine Auflösung von kohlensaurem Natron bei Siedhitze derselben gebracht, — auflöslich.

Digitized by Google

3) Mit Borax in der äufsern Flamme des Löthrohrs geschmolzen	wird es aufgelöst, eine vollkommen klare Perle gebend.
4) Mit Phosphorsalz bei grofsem Zusatz	äufserst schwierig zusammen schmelzbar, die Perle nach dem Erkalten emailartig erscheinend.
5) Mit Phosphorsalz bei geringem Zusatz	vollkommen klar.
6) Mit Soda	zu einer farblosen Glasperle zusammenschmelzend.

Aus diesen Versuchen geht unbezweifelt hervor, dafs diese Substanz Kieselerde war.

Vers. 14. Der unaufgelöst gebliebene metallische Rückstand wurde mit Kali geschmolzen, die erhaltene Masse mit Salzsäure behandelt, hierauf das nun unaufgelöst Gebliebene wieder mit Kali und nachher mit Salpetersäure behandelt, und so fortgefahren, bis alle metallische Theile verschwunden waren. Die salzsaure Auflösung sah gelb aus, sie wurde zu den in (12) beschiebenen salzsauren Flüssigkeiten gethan. Unaufgelöst war ein dunkelgraues Pulver geblieben.

Vers. 15. Das in (14) unaufgelöst Gebliebene wurde mit kochendem Wasser ausgewaschen. Es verminderte sich hierdurch, und das Filtrat nahm eine gelbe Farbe an. Aus dem Filtrat setzten sich beim Erkalten kleine gelbe Krystalle an, welche wie Chlorplatin-Kalium aussahen. Es wurde mir hierdurch wahrscheinlich, dafs das unaufgelöst Gebliebene hauptsächlich aus diesem Salz bestanden habe, da es, vorausgesetzt, dafs Platin vorhanden war, durch die abwechselnde Behandlung mit Kali und Salzsäure entstehen mufste. Um hierüber zu entscheiden, wurde der auf dem Filter befindliche Niederschlag so lange mit kochendem Wasser ausgewaschen, bis dasselbe rein hindurchlief. Auf dem Filter blieb eine geringe Menge einer dunkelgrünen Substanz. Sie wurde

Digitized

durch einen Strom von Wasserstoffgas bei Erhit
telst einer Weingeistlampe reducirt. Das erhal
tall mit Salpeter-Salzsäure digerirt, löst sich d
Die Auflösung durch Abdampfen concentrirt und
miak versetzt, gab Chlorplatin-Ammonium. Es
Platin. Das Filtrat wurde zur Trockne abgedar
trockne Salzmasse in einen Porcellantiegel get
geschmolzen. Die Masse erschien hell und du
mit einer geringen Färbung in's Röthliche, vor
glaube annehmen zu können, dafs sie von Rhod
rühre; auf dem Boden befand sich reducirtes
Die Masse wurde in Wasser aufgelöst und die
keit von dem Metall abfiltrirt. Das Metall w
Salpeter-Salzsäure digerirt, es löste sich bis auf
ringe Menge eines erdigen Pulvers auf. Die A
wurde davon abfiltrirt. Das Filtrat durch Al
concentrirt und mit Salmiak versetzt, füllte die
keit als Chlorplatin-Ammonium. Es war also
In dem auf dem Filter zurückgebliebenen erdi
ver konnten einige metallische Körner bemerkt
Nachdem das Filter getrocknet war, wurde da
abgenommen und mit Kali geschmolzen. Mit
digerirt löst sich die Masse vollkommen auf. D
sigkeit zur Trockne abgedampft, in Wasser aufg
filtrirt, liefs auf dem Filter eine gelatinöse, et
Grünliche gefärbte Masse zurück. Durch das
welches grünlich aussah, wurde Chlorgas gelei
röthete sich hierdurch.

Die Eigenschaft dieser metallischen Körner, s
in Salpeter-Salzsäure aufzulösen, mit Kali gesc
eine Masse zu geben, welche sich in Salzsäure
ner Farbe auflöst und durch Hindurchleiten vo
gas sich röthete, setzten es aufser Zweifel, dafs
tallischen Körner Iridium waren.

Die auf dem Filter gebliebene gelatinöse Mass
wegen ihrer geringen Menge nur vor dem Löth

Digitized by Google

tersucht werden. Sie ergab sich nach den damit angestellten Versuchen als Kieselerde, der es in geringer Menge eines leicht zu reducirenden Metalls beigemengt war.

Vers. 16. Die salzsauren Auflösungen, welche in den verschiedenen Versuchen erhalten worden waren, wurden zusammengegossen und Chlorgas hindurchgeleitet. Die Absicht dieses Verfahrens war, auszumitteln, ob Iridium in den Flüssigkeiten enthalten sey. Sie färbten sich hierdurch bald roth, was von dem darin aufgelösten Iridium herrühren konnte. Zu gleicher Zeit wurde die Bildung eines schwarzen körnigen Salzes beobachtet, welches sich auf dem Boden des Gefäfses absetzte. Als die Flüssigkeit kein Chlorgas mehr absorbirte, wurde sie zur bessern Ausscheidung dieses Salzes bei Seite gestellt. Das schwarze Salz wurde durch Filtration von den Flüssigkeiten getrennt. Es wurde in einen Porcellantiegel gethan und der Weifsglühhitze ausgesetzt. Die erhaltene Masse wurde hierauf mit Wasser ausgewaschen; zurück blieb reducirtes Metall. Dieses mit Kali und etwas Salpeter geschmolzen, gab der Masse ein röthliches, an einigen Stellen bläuliches Ansehn; sie wurde in Wasser aufgeweicht. Die Auflösung erschien grünlich gefärbt. Als Chlorgas hindurch geleitet wurde, nahm sie eine röthliche Färbung an. Man kann hiernach nicht zweifeln, dafs das reducirte Metall Iridium war.

Als bei dem Auswaschen des schwarzen Salzes mit Wasser die Auflösung verdünnt wurde, entfärbte sie sich, indem sie erst grünlich, und zuletzt farblos wurde. Es fällte sich hierbei ein weifser, in's Gelbe gehender Niederschlag. Er wurde auf ein Filter genommen und getrocknet. Er stellte in diesem Zustand ein hellgelbes, etwas gräuliches Pulver dar. In der äufsern Flamme des Löthrohrs geprüft, reducirte es sich sogleich in kleine metallische Kügelchen zusammenschmelzend. Sie erhielten sich in diesem Zustand, ohne im Geringsten eine

Digitized by Google

Spur von Oxydation zu zeigen. Diesem Verhalten nach konnte es kein leicht oxydirbares Metall seyn, dessen Vorhandenseyn ich aus der Zersetzung der salzsauren Auflösung durch Verdünnung mit Wasser vermuthet hatte. Es wurde bei erhöhter Temperatur niemals Wasserstoffgas reducirt. Das reducirte Metall sah weifs aus. Mit Salpetersäure digerirt löste es sich darin auf. Salzsäure hinzugesetzt, fällte sogleich einen starken Niederschlag von weifsen, käsigen Flocken, welche nach einiger Zeit an der Oberfläche, also da, wo sie dem Lichte ausgesetzt waren, violett wurden. Diesem Verhalten nach kann es nichts anderes als Silber seyn.

Dafs das Silber nicht wohl ein Bestandtheil des in Salpeter-Salzsäure unaufgelöst gebliebenen Rückstandes seyn könne, begreift man leicht. Es mufste daher bei den mit demselben vorgenommenen Operationen hineingekommen seyn. Da der Rückstand wiederholt mit Kali und Salpeter im Silbertiegel geschmolzen worden war, so konnte dieser Silbergehalt daher rühren. Um hierüber Gewifsheit zu erhalten, schmolz ich Kali und Salpeter im Silbertiegel; nachdem die Masse erkaltet war, wurde sie in Wasser aufgeweicht, sie liefs eine geringe Menge eines grauschwarzen Pulvers zurück, welches sich bei näherer Untersuchung als Silberoxyd erwies. Hiernach ist es keinem Zweifel unterworfen, dafs der aufgefundene Silbergehalt vom Silbertiegel herrühre.

Vers. 17. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dafs durch Verdünnung mit Wasser kein Chlorsilber mehr gefällt werde, wurde die Flüssigkeit mit kohlensaurem Natron gesättiget. Ich erhielt einen grauen Niederschlag. Nach einigen Tagen hatte sich derselbe auf der Oberfläche geschwärzt. Er wurde getrocknet, hierauf in eine hohle Glaskugel gebracht und unter Erwärmung mittelst einer Weingeistlampe der reducirenden Einwirkung des Wasserstoffgases ausgesetzt. Nachdem zwei Tage lang dieses Verfahren fortgesetzt worden war, wurde das Pul-

Digitized by Google

ver herausgenommen und mit Salzsäure digerirt; zurück blieb eine geringe Menge eines schwarzen Pulvers, welches sich in der äufsern Flamme des Löthrohrs sogleich zu Metall reducirte. Die geringe Menge desselben erlaubte keine fernere Prüfung, ich glaube aber mit grofser Wahrscheinlichkeit annehmen zu können, dafs es Rhodium war. Die salzsaure Auflösung wurde mit kohlensaurem Natron gesättiget. Es fällte sich ein grauer Niederschlag, die über denselben sich befindende Flüssigkeit hatte eine etwas röthliche Farbe angenommen. Sie wurde abfiltrirt. Das Filtrat setzte nach einiger Zeit ein schwarzes Pulver ab. Da es möglich war, dafs noch mehr von dieser Substanz in dem Niederschlag enthalten sey, so wurde derselbe unter Anwendung von Wärme mehrmals in Salzsäure aufgelöst. Es blieb eine geringe Menge eines schwarzen Pulvers zurück, welches sich wie das verhielt, welches kurz vorher als Rhodium erkannt worden war. Aus der Flüssigkeit setzte sich nicht, wie aus der früher erhaltenen Auflösung, ein schwarzes Pulver ab, sondern weifslichgelbe Flocken:

Vers. 18. Das in (17) sich aus der Flüssigkeit gefällte schwarze Pulver erschien an den Stellen, an welchen es sich an das Glas angelegt hatte, bei auffallendem Lichte röthlich. Es wurden damit folgende Prüfungen vorgenommen.

1) Für sich auf Platin in der äufsern Flamme des Löthrohrs blieb es	unverändert.
In der inneren	schien es dunkler zu werden; reducirtes Metall konnte jedoch nicht wahrgenommen werden.
2) Mit Borax in der äufsern Flamme gab es	eine schwach röthlich gefärbte Perle, auf dessen Boden ein Metallkorn safs.
3) Mit Phosphorsalz	verhielt es sich ganz wie mit Borax, doch erschien das Metall glänzender und die Perle weniger gefärbt.

Digitized by Google

4) Es wurde nun einer anhaltenden Einwirkung von Wasserstoffgas unter Erwärmung ausgesetzt. Es schien hierdurch nicht verändert worden zu seyn. Mit dem Polirstahl gerieben, nahm es keinen metallischen Strich an.

5) Es wurde dasselbe jetzt in drei Theile getheilt, und diese mit Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure erst bei gewöhnlicher Temperatur und hierauf bei höherer behandelt. Salzsäure wirkte am meisten darauf, Schwefelsäure gar nicht, Salpetersäure färbte sich etwas.

6) Mit Kali geschmolzen, erhielt ich eine bräunliche Masse, welche sich vollkommen in Salzsäure auflöste. Mit Kali gesättiget, gab die Auflösung einen bräunlichen, nach einiger Zeit schwarzbraun werdenden Niederschlag.

Diese damit angestellten Prüfungen machen es mir wahrscheinlich, dafs in Rede stehende Substanz eine Verbindung von Eisen und Rhodium sey. Dafs es eine solche Verbindung giebt, welche als ein schwarzes Pulver erscheint und der Einwirkung der Säuren widersteht, davon habe ich mich bei meiner ersten Analyse des Platins überzeugt, indem sich mir das schwarze Pulver, welches sich in Salpeter-Salzsäure nicht auflöste, welches ich deswegen als Rhodium annehmen zu müssen, glaubte bei einer späteren Untersuchung sich als eine Verbindung von Eisen und Rhodium ergab.

Vers. 18. Die weifsen in's Gelbliche gehenden Flokken wurden abfiltrirt. Beim Trocknen nahmen sie eine mehr röthlichbraune Farbe an. Es wurden mit Löthrohr folgende Versuche angestellt:

1) Mit Soda geschmolzen, erhielt ich in der äufseren Flamme eine Masse, welche sich sogleich in die Kohle zog, und durch anhaltendes Blasen nicht wieder herausgezogen werden konnte.

Die Stelle der Kohle, welche die Masse enthielt, wurde jetzt dem Reductionsfeuer ausgesetzt. Als sie hinlängliche Zeit darin erhalten worden war, wurde die Kohle an der Stelle herausge-

nom-

Digitized by Google

nommen, pulverisirt und geschlämmt.	Es konnten selbst bei Anwendung starker Vergrößserungsgläser keine metallischen Theile entdeckt werden.
2) Mit Borax in der äußeren Flamme	schmilzt es zu einem Glase zusammen, welches ganz das Aussehen von dem im Borax geschmolzenen weißen Oxyd hatte.
In der Reductionsflamme	wurde die Perle bis auf eine geringe grünliche Färbung entfärbt.
3) Mit Phosphorsalz erhielt ich in der äußern Flamme	eine grünlichgelbe Perle, in welcher ich deutlich weiße unaufgelöste Körner beobachtete.
In der Reductionsflamme	wurde die Perle schwarz und undurchsichtig.

Nach diesen Prüfungen glaube ich annehmen zu können, daſs die in Rede stehende Substanz Rutheniumoxyd und Eisenoxyd war.

Vers. 19. Die filtrirte salzsaure Auflösung wurde von Neuem mit kohlensaurem Natron gesättiget und der erhaltene Niederschlag abfiltrirt. Derselbe war anfänglich bräunlich, nahm aber nach einiger Zeit eine mehr graue Farbe an. Das Filtrat wurde zu den früher erhaltenen Filtraten (16. und 17.) derselben Auflösung gegossen. Diese Flüssigkeit, welche ungefärbt und klar aussah, wurde nun bis zum Sieden erhitzt; es setzte sich ein dunkelgraues Pulver ab. Dasselbe erschien an den Wänden des Glases, an welchen es sich abgesetzt hatte, bei auffallendem Lichte etwas violett gefärbt. Da es möglich war, daſs der mit Natron erhaltene Niederschlag noch mehr von dieser Substanz enthielte, so wurde er nochmals in Salzsäure aufgelöst, von Neuem mit kohlensaurem Natron gefällt und das Filtrat bis zum Sieden erhitzt. Es setzte sich noch von dieser grauen Substanz ab, welche auf dasselbe Filter, auf welche das zuerst

Digitized by Google

erhaltene gesammlet war, gebracht wurde. Diefs Verfahren wurde so lange fortgesetzt, bis das Filtrat zum Sieden gebracht, zur Trockne abgedampft und in Wasser aufgelöst, kein graues Pulver mehr hinterliefs.

Getrocknet erschien es als ein graues Pulver, in der Farbe ganz ähnlich dem aus Chlorplatin-Salmiak durch Erhitzen erhaltenen Platin in schwammigtem Zustand.

1) Mit Borax in der äufseren Flamme des Löthrohrs geschmolzen gab es eine Perle, welche ganz ungefärbt war, und in welcher sich die graue Substanz, welche ich einstweilen das graue Metall nennen will, in unverändertem Zustand befand.

2) Mit Salpetersalzsäure übergossen und damit digerirt löste es sich vollkommen auf. Die Auflösung war anfänglich grün, wurde aber dann braunroth, einer Platin-Auflösung gleichend. Eine concentrirte Salmiak-Auflösung zur Auflösung gebracht, fällte keinen Niederschlag.

3) Concentrirte Salzsäure auf dieses Metall gegossen und damit digerirt, löste es auf. Die Auflösung war anfänglich grün, wurde aber dann rothbraun.

4) Durch ein Gemisch dieses Metalls und Salzsäure Chlorgas geleitet, bei gewöhnlicher Temperatur, wurde dasselbe aufgelöst, eine dunkelblaue Auflösung von so dunkler Farbe gebend, dafs die Flüssigkeit selbst bei 6facher Verdünnung mit Wasser nicht durchscheinend wurde. Bis zum Sieden erhitzt, veränderte die Flüssigkeit ihre Farbe in's Röthlichbraune übergehend.

5) Die Flüssigkeit mit ätzendem Kali gesättiget, fällte einen grünlichbraunen Niederschlag. Hiermit wurden folgende Versuche angestellt.

1) Mit Soda in der äufseren Flamme schmolz er leicht zusammen, die geschmolzene Masse zog sich aber sogleich in die Kohle.

2) Mit Reductionsfeuer hinlängliche Zeit behandelt, und hierauf die Stelle der Kohle mit einem Messer herausgenommen, pulverisirt und geschlemmt, gab er ein Pulver, in welchem keine metallischen Theile bemerkt werden konnten.

Digitized by Google

6) Als etwas von dem Niederschlag in noch feuchtem Zustand in der äufseren Flamme mit Borax geschmolzen wurde, erhielt ich eine dunkelviolette Perle; so wie jedoch der Niederschlag, welchen ich bei diesen Versuchen auf einem Filter neben mir liegen hatte, etwas eingetrocknet war, konnte ich bei Schmelzung desselben mit Borax keine Färbung erhalten; die Perle blieb klar, und an einer Stelle derselben konnte es als eine graue, poröse Substanz bemerkt werden.

7) Etwas von dem Niederschlag getrocknet und bis zum Weifsglühen erhitzt, veränderte die Farbe in's Hellgraue.

8) Nachdem der Niederschlag in Stubenofenwärme getrocknet war, wurde er einem Strom von Wasserstoffgas unter Erwärmung ausgesetzt. Die Farbe desselben veränderte sich sehr bald in's Hellgraue, und erhielt ganz das Aussehen von schwammigem Platin.

9) Durch Reiben mit einem Polirstahl auf Papier konnte ich keinen metallischen Strich erzeugen.

10) Dasselbe einem Gasstrom von Wasserstoffgas in atmosphärischer Luft ausgesetzt, brachte es ganz wie Platinschwamm sogleich zur Entzündung.

11) Eine Auflösung dieses Metalls, erhalten durch Digestion desselben mit Salpeter-Salzsäure, einer Platinauflösung zugesetzt, ertheilte der Flüssigkeit nicht die Eigenschaft, bei Zusatz einer concentrirten Salmiakauflösung, als orangenfarbenen Platinsalmiak gefällt zu werden. Bekanntlich hat diese Eigenschaft eine Platinauflösung, welche Iridium enthält.

Die Eigenschaft dieser Substanz, durch Reiben mit dem Polirstahl keinen metallischen Glanz anzunehmen, scheint der Annahme zu widerstreiten, dafs es ein Metall sey; bedenkt man aber, dafs seine übrigen Eigenschaften ganz mit den der Metalle übereinstimmen, und dafs die Eigenschaft der Metalle, metallischen Glanz zu zeigen, zuweilen von der Methode abhängt, welche zur Reduction angewendet wurde, so leuchtet ein, dafs der Mangel dieser einen Eigenschaft des durch Wasserstoffgas reducirten Metalls noch kein Beweis gegen die Annahme der metallischen Natur dieser Substanz sey.

Obwohl nun dieses Metall sich durch seine Auflöslichkeit in Säuren, so wie durch die Eigenschaft, keinen orangefarbenen Platinsalmiak zu geben, wesentlich vom Iridium unterscheidet, so bin ich doch der Meinung, be-

Digitized by Google

rücksichtigend das Mangelhafte unserer Kenntnisse der Eigenschaften des Iridiums, mit dem Ausspruch der Neuheit dieses Metalls, zurückzuhalten, bis unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand eine gröfsere Erweiterung werden erlangt haben. Sollte sich der aufgefundene Unterschied bewähren, so schlage ich den Namen Polin vor (von *πολιος* grau). Bis dahin nehme ich es einstweilen als Iridium an.

Vers. 19. Der mit Natron erhaltene Niederschlag (18) wurde in Salzsäure aufgelöst und mit Ammoniak gesättiget. Ich erhielt einen braunrothen Niederschlag, die überstehende Flüssigkeit sah bläulich aus. Der Niederschlag wurde von der Flüssigkeit abfiltrirt, derselbe in Salzsäure aufgelöst, mit etwas Ammoniak übersättiget und mit bernsteinsaurem Natron gefällt. Der erhaltene Niederschlag sah wie bernsteinsaures Eisenoxyd aus. Er wurde abfiltrirt. Das Filtrat abgedampft, hinterliefs blofs Salmiak. Der auf dem Filter befindliche Niederschlag abgenommen, getrocknet und durch Hitze zersetzt, wurde in Salzsäure aufgelöst. Die Auflösung wurde mit Ammoniak gesättiget. Es färbten sich rothbraune Flocken, welche gesammelt und vor dem Löthrohr geprüft sich wie Eisenoxyd verhielten.

Das bläulich gefärbte Filtrat, welches durch seine Farbe die Anwesenheit von Kupfer andeutete, wurde mit hydrothionsaurem Schwefelammoniak gefällt. Es fällten sich dunkelbraune Flocken, welche abfiltrirt, getroknet, geröstet und mit Borax in der äufsern Flamme geschmolzen eine grüne Perle gaben, welche sich in der Flamme entfärbte und an einer Stelle reducirtes Kupfer zeigte.

Nach dieser Untersuchung ist nun die Zusammensetzung des unauflöslichen Theils

Osmium
Ruthenium
Kieselerde

Digitized by Google

Iridium
Eisen
Platin
Kupfer
Spur von Rhodium.

Obwohl ich die Quantitäten dieser Substanzen nicht bestimmt habe, so glaube ich doch dem Verhältnifs der darin am meisten sich befindenden Bestandtheile mich nähern zu können, wenn ich annehme, dafs von Osmium, Ruthenium und Iridium von jeden $\frac{1}{4}$ darin sich befinde, und wenn ich das Gewicht der übrigen in geringerer Menge sich vorfindenden Stoffe zusammen zu $\frac{1}{4}$ anschlage.

Nachtrag zur ersten Analyse des Platins.

Der bedeutende Gehalt an Rhodium und der geringe an Eisen, welche ich bei meiner ersten Analyse erhalten hatte, veranlafste mich, eine nochmalige Untersuchung hauptsächlich in Beziehung auf diese beiden Stoffe vorzunehmen.

Von derselben Sorte wurden abgewogen 1,767 Grm.

a) In Salpeter-Salzsäure blieben unaufgelöst 0,007 oder 0,113 Proc.

b) Das Destillat dieser Auflösung hatte einen schwachen Geruch nach Osmium. Die überschüssige Säure mit Natron gesättiget und einige Tropfen Galläpfeltinktur hinzugesetzt, färbte sich bläulich, und gab hierdurch die Anwesenheit einer Spur Osmium zu erkennen.

c) Die durch die Destillation von überschüssiger Säure befreite Platinauflösung mit Cyanquecksilber versetzt, fällte Cyanpalladium, welches getrocknet und durch Hitze zersetzt 0,023 oder 1,301 Proc. Rhodium gab.

d) Das vom Cyanpalladium erhaltene Filtrat wurde mit kohlensaurem Natron gesättiget. Es fällte sich ein dunkelbrauner Niederschlag, welcher, abfiltrirt, getrocknet, in eine Glasröhre gebracht und erhitzt, zwei Sublimate gab. Sie konnten durch Zersetzung der Glasröhre

Digitized by Google

von einander getrennt werden. Das eine, welches sich zuerst verflüchtiget hatte, wurde herausgenommen, mit kohlensaurem Natron zusammengerieben und in einer Glasröhre erhitzt; ich erhielt ein Sublimat, welches bei Betrachtung mit der Lupe sich als aus kleinen Quecksilberkügelchen bestehend erwies. Es wog 0,002.

Das zweite Sublimat wog 0,0012. Es löste sich vollkommen in Salzsäure auf. Die Auflösung mit Ammoniak beinahe gesättiget und mit hydrothionsaurem Schwefelammoniak versetzt, bewirkte eine graubraune Färbung, welche sich nach einiger Zeit in einen eben solchen Niederschlag verwandelte. Nach den Eigenschaften, in der Hitze sublimirt zu werden und mit Schwefel eine braungraue Verbindung einzugehen, glaube ich annehmen zu können, dafs es Pluran sey.

e) Das, was sich nicht sublimirt hatte, wurde zuerst mit Salzsäure und hierauf mit Salpeter-Salzsäure anhaltend digerirt. Es löste sich bis auf eine geringe Menge eines schwarzen Pulvers auf, welches ein Gewicht von 0,0035 hatte. Mit dem Polirstahl gerieben, nahm es metallischen Glanz an. Da ich aus den verschiedenen Auflösungen dieser Platinsorte in Salpeter-Salzsäure mit Salmiak stets einen gelben oder nur einen äufserst wenig in's Orange gehenden Platinsalmiak erhalten hatte, so kann höchstens nur eine Spur Iridium in dieser Sorte enthalten seyn, es kann daher das schwarze so eben erwähnte Pulver nicht Iridium sondern Rhodium seyn.

f) Die salzsaure Auflösung wurde mit Ammoniak gefällt. Der Niederschlag abfiltrirt, von Neuem in Salzsäure aufgelöst, mit Ammoniak etwas übersättiget, und mit bernsteinsaurem Natron gefället, der Niederschlag abfiltrirt, getrocknet durch Hitze, die Bernsteinsäure zersetzt, hierauf nochmals in Salzsäure aufgelöst und mit Ammoniak gefällt, gab einen Niederschlag, welcher getrocknet und gewogen 0,279 Eisenoxyd gab.

g) Die ammoniakalische Flüssigkeit, welche bei der

Digitized by Google

ersten Fällung des Eisenoxyds erhalten worden war, war bläulich gefärbt. Auf einen Zusatz von hydrothionsaurem Schwefelammoniak erhielt ich einen dunkelbraunen Niederschlag, welcher getrocknet und vor dem Löthrohr geprüft sich als Zweifach-Schwefelkupfer erwies.

h) Die mit kohlensaurem Natron gefällte Flüssigkeit, aus welcher das Eisen- und Kupferoxyd abfiltrirt worden war, hatte sich während des Verlaufs der Untersuchung des erhaltenen Niederschlags getrübt. Es hatte sich in ihr ein feiner gelber Niederschlag gebildet. Die Flüssigkeit wurde zur besseren Absetzung desselben zum Sieden erhitzt und hierauf zum Erkalten bei Seite gestellt. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dafs sich kein Niederschlag in der Flüssigkeit mehr bildete, wurde derselbe abfiltrirt und getrocknet. Er wurde hierauf in eine Glasröhre gebracht und erhitzt. Es bildete sich ein Sublimat, welches aus der Röhre genommen, mit kohlensauren Natron zusammengerieben und von Neuem erhitzt, ein Sublimat von Quecksilber gab, welches ein Gewicht von 0,022 hatte. Addiren wir diese 0,022 Quecksilber zu den früher erhaltenen 0,002, so bekommen wir für die Menge des ausgeschiedenen Quecksilbers 0,024. Da Cyanquecksilber zur Fällung des Palladiums angewendet worden war, so konnte das erhaltene Quecksilber von dem zugesetzten Cyanquecksilber herrühren. Allein es fragt sich, ob alles davon herrührte. Hierüber läfst sich leicht aus der Menge des angewendeten Cyanquecksilbers entscheiden. Die Menge der Auflösung des Cyanquecksilbers, welche angewendet wurde, hatte ein Gewicht von 22,0 Grm., diese enthalten 0,162 Cyanquecksilber, und diese 0,128 Quecksilber, es hatte sich also weniger Quecksilber sublimirt, als durch den Zusatz von Cyanquecksilber in die Auflösung gekommen war, woraus unbezweifelt hervorgeht, dafs das erhaltene Quecksilber nur von dem zugesetzten Cyanquecksilber herrühren konnte.

i) Das, was sich nicht sublimirt hatte, wurde mit

Digitized by

Salpeter-Salzsäure digerirt. Es löste sich bis auf eine geringe Menge eines schwarzen Pulvers 0,075 Grm. betragend auf. Dafs diefs blofs Rhodium seyn kann, habe ich bereits gezeigt. Die Auflösung hatte eine grünliche Farbe. Durch Sättigung mit Ammoniak wurde kein Niederschlag erzeugt. Die Flüssigkeit färbte sich bläulich. Hydrothionsaurer Schwefelammoniak brachte einen braunen Niederschlag hervor, welcher Zweifach-Schwefelkupfer war.

k) In dem Filtrat (*h*), erhalten von dem gelben Niederschlag, mufste sich Platin befinden, und sollte Schwefel in den Körnern enthalten gewesen seyn, dieses als schwefelsaures Natron. Da es keinen Zweifel unterworfen ist, dafs die Menge des Platins bei meiner ersten Analyse richtig bestimmt worden war, so prüfte ich nur noch die Flüssigkeit auf Schwefelsäure. Nachdem der Flüssigkeit ein kleiner Ueberschufs von Salpetersäure zugesetzt worden war, wurde eine Auflösung von Chlorbaryum zugetröpfelt. Die Flüssigkeit blieb anfänglich ungetrübt, aber nach einiger Zeit fällte sich eine geringe Menge von schwefelsaurem Baryt, welcher eine Spur Schwefel anzeigte.

Aus dieser Untersuchung, deren Zweck die quantitative Bestimmung des Eisens und Rhodiums war, ergiebt sich, dafs bei meiner ersten Analyse der Eisengehalt zu gering, und der Rhodiumgehalt zu grofs angegeben worden war. Da ich das schwarze Pulver aufbewahrt hatte, welches ich bei meiner ersten Analyse für Rhodium angenommen hatte, so war ich in den Stand gesetzt, dasselbe zu prüfen. Ich schmolz es mit Kali, weichte die geschmolzene Masse in Wasser auf und setzte Salzsäure in Ueberschufs zu. Nachdem es hiermit einige Zeit digerirt worden war, wurde die Flüssigkeit von dem unaufgelöst gebliebenen schwarzen Pulver abfiltrirt. Das Filtrat wurde mit Ammoniak gesättiget, es fällten sich braunrothe Flocken, welche abfiltrirt, getrocknet und geprüft sich als Eisen-

Digitized by Google

oxyd zu erkennen gaben. Das auf dem Filter gebliebene schwarze Pulver war Rhodium.

Berechnet man die jetzt aufgefundenen Werthe des Rhodiums uud des Eisens nach Proc., und setzt die nun erhaltenen Zahlen an die Stelle der in meiner ersten Analyse (d. Ann. Bd. VIII. S. 510.) für dieselben Substanzen mitgetheilten, so erhält man folgendes Resultat der Analyse.

	Nach d. 1. Anal.	Nach d. 2. Anal.		
In Salpeter-Salzsäure unaufgelöst gebliebener Rückstand	0,11	0,113	0,081	Osmium, Ruthenium, Iridium.
			0,027	Kieselerde, Eisen, Platin, Kupfer, Spur v. Rhodium
Palladium	1,64	1,301		
Eisen		10,92		
Rhodium		4,44		
Pluran		0,06		
Platin		80,87		
Kupfer		2,30		
Spuren von Schwefel, Titan und Osmium				
		100,004		

XX. *Chemische Zerlegung des Klingsteins oder Phonoliths.*

Der Phonolith, sagt Hr. Prof. C. G. Gmelin in einem Aufsatze, mit welchem dieser ausgezeichnete Chemiker neuerlich eine gröfsere Arbeit über die Natur der vulcanischen Gesteine eröffnet hat *), ist schon wiederholt einer chemischen Untersuchung unterworfen worden, und

*) In den: Naturwissenschaftl. Abhandl. e. Gesellschaft in Würtemberg, Bd. 2. S. 133.

Digitized by Google

zwar durch Klaproth, Bergmann und Struve. Man findet die Resultate dieser Untersuchungen in Klaproth's *Beiträgen, III. p.* 229., im *Journal des Mines, XVI. p.* 73., und in Poggendorff's *Annalen, VII. p.* 348. Sie haben jedoch in sofern einen geringen Werth, als dabei der Phonolith als ein *Individuum* betrachtet und als *Ganzes* analysirt wurde. Wirklich läfst auch das so gleichförmige Ansehen dieses Fossils, in welchem nur da und dort Krystalle von glasigem Feldspath eingewachsen sind, auf kein mechanisches Gemenge schliefsen, und vergebens würde man zu der scharfsinnigen Methode des Hrn. Cordier seine Zuflucht nehmen, um eine *rein mechanische* Trennung der Gemengtheile zu versuchen. Und dennoch ist der Phonolit ein mechanisches Gemenge von zwei Hauptmassen, jedoch in einem sehr verschiedenen Verhältnisse. Nach unsern bisherigen Untersuchungen sind diese Massen einerseits *Mesotyp*, oder eine diesem ganz analoge Substanz, und andrerseits *Feldspath*. Wir wollen uns übrigens vor einer unzeitigen Verallgemeinerung sehr hüten, und durchaus nicht behaupten, dafs dieses immer die Zusammensetzung des Phonoliths sey, vielmehr scheint es uns nicht unwahrscheinlich, dafs diejenige zeolithartige Substanz, welche in dem Phonolith am häufigsten krystallisirt auftritt (in dem Phonolith von Mariaberg bei Aussig z. B. findet sich Apophyllit neben Mesotyp) mit Feldspath innig gemengt, die Masse des Phonoliths bilde.

Der mesotypartige Bestandtheil findet sich in dem Phonolith bisweilen in so geringer Menge, dafs man denselben leicht ganz übersehen und die ganze Masse des Gesteins für eine feldspathartige ansehen könnte; in andern Fällen beträgt sie mehr als die Hälfte. Die Trennung beider Mineralsubstanzen haben wir auf folgende Weise bewerkstelligt: Das fein geschlämmte Steinpulver wurde in der Kälte mit mäfsig starker Salzsäure übergossen und damit 24 Stunden in Berührung gelassen.

Digitized by Google

Enthielt der Phonolith eine bedeutende Menge von dem mesotypartigen Bestandtheil, so entstand eine steife Gallerte; im entgegengesetzten Falle war das Gelatiniren kaum merkbar. Die mit Wasser verdünnte Masse wurde nun auf einem Filter mit kochendem Wasser ausgelaugt, und der Rückstand mit einer Auflösung von basisch kohlensaurem Kali gekocht. Dieses löste die durch die Einwirkung der Salzsäure auf den mesotypartigen Bestandtheil blofsgelegte Kieselerde, mit Zurücklassung des Feldspathartigen Bestandtheils, welcher nun gewogen wurde, auf.

Auf diese Weise hat nun der Verfasser die relative Menge des Mesotyps und des Feldspaths in nachfolgenden Phonolithen folgendermafsen gefunden:

Phonolith.		Meso-typ.	Feld-spath.
Von Hohenkrähen im Hegau, sp. Gew.	= 2,504 + 9° R.	5,193	4,227
V. d. Pferdekuppe in. d. Rhön, - -	2,605 + 9° R.	1,897	8,306
V. Abtsrode, nicht verwitterter - -	2,623 + 13° R.	2,097	11,142
- - verwitterter, - -	2,651 + 10° R.	0,530	12,058

Die ferneren Ergebnisse der Analyse sind in folgender Tafel enthalten.

Phonolith von Hohenkrähen, im Hegau.

	Gelatinirender Theil.	Nicht gelatinirender Theil.	Ganzes.
Kieselerde	43,249	66,55	53,70
Alaunerde	22,896	15,86	19,73
Natron	13,668	—	7,43
Kali	5,454	9,44 *)	7,24
Kalk	2,440	0,27	1,46
Eisenoxyd	2,657	4,63	3,55
Manganoxyd	1,194	0,98	1,09
Schwefelsäure	0,218	—	0,12
Wasser	5,794	—	3,19
Salzsäure und organ. Materie	Spuren	—	Spuren
	97,570	97,73	97,51

*) Natronhaltig.

Digitized by Google

Phonolith von der Pferdekuppe, in der

	Gelatinirender Theil.	Nicht gelatinirender Theil.	G
Kieselerde . . .	44,543	65,838	6
Alaunerde . . .	22,140	17,865	1
Kali	3,064	3,818	
Natron	11,380	5,655	
Kalk	2,878	0,345	
Eisenoxyd . . .	6,747	3,157	
Manganoxyd . . .	0,527	0,509	
Wasser	7,222	—	
Organische Substanz	Spur	—	
	98,501	97,187	9

Phonolith von Abtsrode.

	Nicht verwitterter Antheil			Verwitterter A	
	Gelatinirender Theil.	Nicht gelatinirender Theil.	Ganzes.	Gelatinirender Theil.	Nicht gelatinirender Theil.
Kieselerde	38,574	66,291	61,901	13,396	66,462
Alaunerde	24,320	16,510	17,747	5,660	16,810
Kali . .	3,079	9,249	8,275		9,569
Natron .	12,656	4,960	6,182	1,074	4,281
Kalk . .	1,802	Spur	0,029	Spur	1,523
Eisenoxyd	11,346	2,388	3,806	63,396	2,989
Manganoxyd	2,194	0,896	0,771	11,132	0,172
Titansäure	0,620	—	0,098	3,396	—
Wasser .	4,209	—	0,666	—	—
Organische Substanz	0,405	—	—	—	—
	99,205	100,294	99,478	98,054	101,806

Aus den angeführten Untersuchungen, bei
die besten analytischen Methoden angewandt
erhellt, wie der Verfasser bemerkt, daſs die Ph
des Hegau- und des Rhöngebirges aus einem inni
menge von Mesotyp und Feldspath, jedoch in se
schiedenen Verhältnissen, zusammengesetzt sind.

Digitized by Google

Gemengtheilen ist das Verhältnifs der Bestandtheile zwar kein ganz unwandelbares; doch zeigt es merkwürdig genug nur unbedeutende Abweichungen.

Der mesotypartige Bestandtheil stimmt in dem Verhältnifs seiner fixen Stoffe sehr gut mit dem krystallisirten Mesotyp überein, und nur der Wassergehalt ist geringer als bei diesem. Doch nähert sich diese Mesotypmasse bald mehr der des Natroliths, bald mehr der des Mesoliths, der Mesoline u. s. w.

Die feldspathartige Masse kommt in ihrer Zusammensetzung so genau, als man es nur erwarten kann, mit dem krystallisirten Feldspathe überein, und sie kann gröfstentheils sehr genau durch die Formel $\left.\begin{matrix} N \\ K \end{matrix}\right\} S^3 + 3 A S^3$ ausgedrückt werden. Sie verhält sich zu dem Orthoklas, wie der Periklin zum Albit, und es fragt sich also, ob nicht der in den Phonolithen auftretende glasige Feldspath sich vom Orthoklas durch einen beträchtlichen Natrongehalt unterscheide.

Das Verhältnifs der beiden Gemengtheile des Phonoliths scheint sich einigermafsen aus dem specifischen Gewichtedesselben ableiten zu lassen; je geringer dieses ist, je gröfser ist im Allgemeinen die Menge des mesotypartigen Bestandtheils. Eben so läfst, bei einer Analyse des Phonoliths als Ganzes, eine geringere Menge von Kieselerde und eine gröfsere von Alaunerde, auf eine gröfsere Beimengung der mesotypartigen Masse schliefsen; beträgt die Kieselerde über 60 Procent, ist der Phonolith fast reine Feldspathmasse. Klaproth's, Bergmann's und Struve's Analysen deuten auf Phonolithe, die hinsichtlich der Menge ihrer Mesotypmasse zwischen denen des Hegau und der Rhön stehen.

Aus den Analysen des Phonoliths von Abtsrode erhellt, dafs bei der Verwitterung bei weitem die gröfste Menge des mesotypartigen Gemengtheils aus dem Phonolith ausgeschieden wird, jedoch so, dafs das Alkali bei-

Digitized by

nahe gänzlich, die Kiesel- und Alaunerde aber gröfstentheils verschwindet, während die Menge des Eisenoxyds und Manganoxyds ausnehmend zunimmt *). Diese Eigenschaft des Phonoliths dürfte auch die ausgezeichnete Ueppigkeit der Vegetation erklären, die sich an den Abhängen der Phonolithgebirge zeigt, deren höchste Gipfel nackt und kahl sind.

Von den vielen interessanten Bemerkungen, welche der Verfasser am Schlusse seiner Abhandlung aufstellt, wollen wir nur noch die über dem Gegensatz in der chemischen Zusammensetzung des Phonoliths und Basaltes anführen. Während in den Phonolithen, sagt derselbe, Natron, Kali und Kieselerde vorherrschen, treten dagegen in den Basalten Eisenoxydul, Bittererde und Kalk in überwiegender Menge auf; Natron und Kali sind fast ganz zurückgedrängt. Man könnte sagen: Natron und Kali charakterisiren den Phonolith, Eisen und Bittererde den Basalt.

*) Aehnliche Resultate erhielt Hr. Dr. Struve, als er einen Phonolith vom Rothenberge bei Brüx, im verwitterten und unverwitterten Zustande, untersuchte; namentlich fand er, dafs der Kaligehalt im verwitterten Phonolith fast doppelt so grofs war, wie im unverwitterten, während das Verhältnifs des Natrons umgekehrt zugenommen hatte (dies. Ann. Bd. VII. p. 348.). — In Bezug auf diese letzte Thatsache, bemerkt Hr. Prof. Gmelin, dieselbe erkläre sich einfach dadurch, dafs der gelatinirende zeolithartige Bestandtheil des Fossils durch den Act der Verwitterung ausgeschieden wird, während der feldspathartige zurückbleibt. Da nun in dem ersten das Natron, in dem letzteren das Kali weit überwiegend ist, so mufs die *relative* Menge des Kali's in dem verwitterten Minerale zunehmen, wenn gleich die *absolute* Menge der alkalischen Bestandtheile abnimmt.

Digitized by Google

XXI. *Ueber die künstliche Darstellung einer dem Ultramarin ähnlichen Farbe.*

Ohne Zweifel wird es den meisten Lesern dieser Annalen aus den Tageblättern schon bekannt seyn, dafs Hr. Profess. C. G. Gmelin in Tübingen vor längerer Zeit die höchst interessante Entdeckung gemacht hat, Ultramarin auf künstlichem Wege darzustellen, was, wenn man einige zufällige und nicht weiter verfolgte Erfahrungen abrechnet, bis dahin keinem Chemiker gelungen gewesen ist. Seitdem haben wir im 2. Bande der *naturwissenschaftlichen Abhandlungen* u. s. w., S. 191., eine ausführliche Nachricht über die Veranlassung und den bisherigen Erfolg seiner Untersuchungen erhalten, und wir ersehen daraus, dafs wenn auch in wissenschaftlicher Hinsicht die Frage über die eigentliche Zusammensetzung des Ultramarins noch nicht erledigt ist, dennoch die Bereitung dieses kostbaren Färbematerials unter den Händen des geschickten Entdeckers keinen weiteren Schwierigkeiten unterliegt.

Als bestes Verfahren zur Darstellung einer dem Ultramarin ähnlichen Farbe empfiehlt derselbe folgendes.

Man löst eine wasserhaltende Kieselerde in einer Auflösung von kaustischem Natron *) in Wasser auf, und setzt so viel reines Alaunerdehydrat zu, dafs auf 35 Th. wasserfreier Kieselerde etwa 30 Th. wasserfreier Alaunerde kommen **). Die Masse wird unter fleifsigem Um-

*) Mit Kali läfst sich nach den Erfahrungen des Verfassers kein Ultramarin darstellen.

**) Käuflicher Alaun, durch einmalige Umkrystallisirung gereinigt, ist zur Darstellung der Alaunerde hinlänglich, da ein unbedeutender Eisengehalt auf keinen Fall schädlich, sondern vielmehr eher nützlich zu seyn scheint. Die gefällte Alaunerde braucht nur so weit getrocknet zu werden, dafs sie etwa 10 Proc. wasserfreier

Digitized by Google

rühren zum trocknen Pulver abgeraucht, welches zuerst feingerieben, und dann mit etwas Schwefelblumen innig gemengt wird *). Es wird nun eine Mischung aus gleichen Theilen trocknem, einfach kohlensaurem Natron und Schwefelblumen, oder feingeriebenem Schwefel zugesetzt, und zwar so viel, als das trockne Pulver (Ultramarinbasis) vor der Zumischung der Schwefelblumen betrug. Das Ganze wird auf das innigste gemengt, und in einem guten Thontiegel, von einer ziemlich eisenfreien Masse, der wo möglich ganz voll werden mufs, fest eingestampft. Der mit seinem gut schliefsenden Deckel versehene Tiegel wird nun so schnell als möglich zum Glühen gebracht, und zwei Stunden lang in starker Rothglühhitze erhalten. Es ist ein ganz wesentlicher Umstand, dafs der Inhalt des Tiegels *ganz schnell* glühend gemacht werde, weil im entgegengesetzten Falle die Schwefelleber sich nicht bildet und die Masse nach dem Glühen weifs erscheint. Man mufs daher eine hinreichende Menge glühender Kohlen bei der Hand haben, um den Tiegel sogleich mit denselben umgeben und sogar ganz zudecken zu können.

Man erhält nun eine grünlichgelbe Masse, die beim Zutritt der Luft erhitzt werden mufs, um blau zu werden. Dieser Prozefs ist der schwierigste und beschwerlichste. Ich habe sehr verschiedene Methoden in Anwendung gebracht, die mehr oder weniger vollständig zum

Alaunerde enthält; zu stark getrocknet, wird sie in der alkalischen Kieselerde-Lösung hart, und läfst sich nicht so leicht gleichförmig vertheilen. Nimmt man viel weniger Alaunerde als angegeben, z. B. 20 Alaunerde auf 35 Kieselerde, so erhält man eine grünlichblaue Verbindung, die sich sandig anfühlt, aber eine aufserordentliche Dauerhaftigkeit besitzt, indem sie eine sehr heftige Glühhitze aushält, ohne zerstört zu werden.

*) Ein Zusatz von Schwefelblumen ist zwar nicht absolut nothwendig, da jedoch ein Ueberschufs von Schwefel nichts schaden kann, so setzt der Verfasser solchen, der vollkommnen Zertheilung der Masse wegen, gewöhnlich zu.

Digitized by Google

zum Ziele führten. Geborstene Tiegel lassen sich hiezu recht gut anwenden, eben so flache Schälchen, die mit Erhabenheiten versehen sind, so dafs Luft zwischen dem Deckel und dem Schälchen einströmen lassen. Ich habe mich auch weiter irdener Röhren bedient, welche ich in einem länglichen Ofen erhitzte; das eine Ende der Röhre wurde mittelst eines hineingesteckten Tiegels unvollkommen verschlossen, und in das andere, während das grüne Pulver in der Röhre glühte, Luft aus einem Gasometer, oder mittelst eines Blasebalgs, der durch einen Korkstöpsel in die Röhre geführt wurde, durchgetrieben. War die geröstete Masse blafs oder hellgrün, so mischte ich sie auch wohl mit einer neuen Portion Schwefellebermischung, bildete aus dem Ganzen durch Zusatz von Wasser Kugeln, liefs dieselben hart werden, füllte die weite Röhre damit an, und brachte sie schnell zum Glühen. Anfangs wurde dann die Röhre an ihrem einen Ende mit einem ziemlich genau sie verschliefsenden Tiegel, und an dem andern, weit aus dem Ofen herausragenden Ende, mit einem Korkstöpsel verschlossen. Die Röhre ward nun so weit mit den Kugeln angefüllt, dafs diese sämmtlich stark erhitzt werden konnten. Als aller überschüssige Schwefel verjagt war, wurde der Pfropf herausgenommen, und an seine Stelle ein anderer eingesetzt, durch welchen zuvor die Röhre eines Handblasebalgs durchgeführt worden war, und nun wurde, während die Röhre beständig glühte, so lange Luft durch dieselbe getrieben, als noch schweflige Säure in merkbarer Menge sich entwickelte. Die Kugeln behalten ihre Form bei, und backen nur da und dort zusammen; diese Methode gewährt den Vortheil, dafs man die obern verbrannten oder noch grüngefärbten Kugeln von den blauen auslesen kann; aber ich erhielt doch auf diese Art nie eine vollkommen schön blaue Farbe.

Die gelungensten Resultate erhielt ich bei Anwendung von ganz porösen Tiegeln, die aus einer Mi-

Digitized by

schung von dem Thone von *Neuhausen* und Sand gemacht, und so mürbe waren, dafs sie nicht einmal einen mäfsigen Fingerdruck aushalten konnten, ohne zu zerbrechen. Wasser, welches in sie gegossen wurde, schwitzte, wie aus den Alcarazzas, augenblicklich überall durch.

Man kann solche Tiegel für diesen Zweck noch brauchbarer machen, wenn man sie vor dem Brennen mit unzähligen kleinen Kanälen versieht, welche z. B. durch eine Stricknadel, von aufsen und oben nach innen und unten, durch die Masse derselben hindurch gebildet werden. Im Grofsen möchte es wohl am bequemsten seyn, die Röstung in einem Reverberirofen vorzunehmen, wobei man den Vortheil hätte, umrühren zu können, und sich von dem Gange der Operation zu unterrichten.

Käme es nicht so sehr auf den Grad der Hitze an, so würde diese Operation mit keinen besonderen Schwierigkeiten verbunden seyn; aber durch zu lange fortgesetztes und zu heftiges Glühen kann die Farbe ganz zerstört werden, wenn man die Kieselerde und Alaunerde in einem solchen Verhältnisse nimmt, dafs überhaupt eine schöne Farbe entstehen kann. Ich habe, auch bei Anwendung ganz reiner Materialien, gefunden, dafs durch eine zu starke Hitze die bereits gebildete blaue Farbe grünlich wird; ferner glaube ich bemerkt zu haben, dafs, wenn die Mischung der Schwefelleber und Ultramarinbasis anfangs, bei abgehaltenem Zutritt der Luft, nicht stark und anhaltend erhitzt wurde, eine blaue Farbe entsteht, die gar kein starkes Feuer erträgt, ohne zerstört zu werden.

Die wichtige Thatsache, dafs kein schweres Metall, namentlich kein Eisen, im Ultramarin sich finde, bemerkt der Verfasser an einer andern Stelle, verdankt man den HH. Clément und Désormes, und auch ich fand dieselbe bei meinen Untersuchungen vollkommen bestä-

Digitized by Google

tigt *); ja der Eisengehalt wirkt, sobald er einigermafsen beträchtlich ist, höchst nachtheilig auf die Farbe. Eben

*) Ein aus Paris bezogenes Ultramarin von sogenannter zweiter Qualität fand nämlich Hr. Prof. Gmelin folgendermafsen zusammengesetzt.

Kieselerde	47,306
Alaunerde	22.000
Natron (kalihaltig)	12,063
Kalk	1,546
Schwefelsäure	4,679
Schwefel	0,188
Wasser, harzige Substanz, Schwefel, Verlust	12,218
	100,000.

Der Verlust rührt gröfstentheils von harziger Substanz her, die das Ultramarin noch in beträchtlicher Menge enthielt, was daraus erhellt, dafs die ausgeschiedene Kieselerde sich beim Brennen verkohlte. Bei der Analyse wurde das Ultramarin zuerst mit Salzsäure behandelt; der Apparat war so eingerichtet, dafs die Gase erstlich durch Bleizuckerlösung, dann durch Kalkwasser, und zuletzt durch reines Wasser gehen mufsten. Das Kalkwasser trübte sich nicht, und folglich war keine Kohlensäure zugegen. Die Bleizuckerlösung dagegen setzte Schwefelblei ab, aus dessen Menge die Menge des Schwefelwasserstoffgases bestimmt wurde. In der salzsauren Lösung hatte sich jedoch auch noch eine Portion Schwefel abgesetzt. Nach Entfernung der Kieselerde, wurde dann die, von Clément und Désormes übersehene, Schwefelsäure durch salzsauren Baryt gefällt, und hierauf die Analyse in gewöhnlicher Weise beendigt.

Eine Entfärbung des Ultramarins beim Kochen mit Barytwasser, wie sie die HH. Cl. und D. bemerkt haben wollen, hat Hr. Prof. G. nicht wahrnehmen können; die Farbe erlitt nicht die geringste Aenderung.

Nach den genannten Chemikern wird das Ultramarin, unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas, röthlich, wenn man es in Wasserstoff erhitzt. Bei gleicher Behandlung der grünen Verbindung, erhielt Prof. G. Schwefelwasserstoff und Wasser, während die Masse hellröthlich wurde. Durch Zusatz von Wasser wurde die Masse weifs, und Säuren entwickelten aus der Flüssigkeit Schwefelwasserstoffgas, unter Absetzung von Schwefel. Die rothe Färbung entsteht also offenbar durch Bildung eines Schwefelmetalls (Schwefelnatriums), in dem der Wasserstoff mit dem Sauerstoff des Schwefels und des Natrons Wasser bildet.

Digitized by Google

so wufste man es längst, dafs Kieselerde, Alaunerde und Natron unter keinerlei Umständen eine blaue Farbe erzeugen. Dagegen erhellt aus der Untersuchung der genannten Chemiker, so wie aus der längst bekannten Thatsache, dafs durch concentrirte Säuren die Farbe des Ultramarins unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas zerstört wird, dafs Schwefel der wesentlichste Bestandtheil seyn müsse.

Die Frage aber, in welcher Verbindung der Schwefel die Färbung des Ultramarins bewirke, läfst sich nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen noch nicht mit völliger Sicherheit beantworten. Bei der Zersetzung des Ultramarins durch Salzsäure erhält man immer Schwefelwasserstoff und Schwefelsäure; der Schwefel scheint demnach als unterschweflige Säure in dem Ultramarin enthalten zu seyn. Die unterschweflige Säure zerfällt, wenn sie aus ihren Verbindungen ausgeschieden wird, in Schwefel und schweflige Saure; wird dann zugleich Wasser zersetzt, so verwandelt sich der Schwefel durch den Wasserstoff derselben in Schwefelwasserstoff, indefs die schweflige Säure durch den Sauerstoff in Schwefelsäure verwandelt wird. Wenn diese Ansicht richtig ist, so mufs der Schwefelwasserstoff des Schwefelwasserstoffs derjenigen Sauerstoffmenge entsprechen, welche die Schwefelsäure verlieren mufs, um schweflige Säure zu werden *).

Man könnte freilich auch annehmen, dafs das Ultramarin ein Schwefelmetall neben einem schwefelsauren Salz enthalte, und in diesem Falle hätte man zur Erklä-

*) Meine Analyse des Ultramarins, sagt Hr. Prof. G., würde, wenn diese Ansicht richtig ist, die Menge des Schwefelwasserstoffgases viel zu gering und die der Schwefelsäure viel zu hoch angeben. Dafs aber wirklich die Menge des Schwefelwasserstoffs zu niedrig angegeben ist, habe ich oben bemerkt; überdiefs ist es wohl möglich, dafs die Menge der Schwefelsäure zu hoch angegeben ist, weil, wenn ein Theil derselben mit Kalk zu Gyps verbunden ist, dieser nicht auf Rechnung der Zersetzung eines unterschwefligsauren Salzes zu schreiben wäre.

Digitized by Google

rung der Bildung des Schwefelwasserstoffs und der Schwefelsäure keine Wasserzersetzung nöthig; aber es würde sich dann nicht begreifen lassen, wie ein schwefelsaures Salz als solches zur Färbung mitwirken könne, und warum überhaupt nicht die blaue Verbindung auch bei abgehaltenem Luftzutritt entstehen könne, zumal da die auf die angeführte Weise gebildete Schwefelleber eine hinreichende Menge schwefelsauren Salzes enthält. Es scheint, dafs während des Ueberganges der mit der Ultramarinbasis innig verbundenen Schwefelleber in unterschwefligsaures Salz, wobei alle überflüssige Schwefelleber verbrennt, erst die blaue Farbe entstehe.

Wenn man trocknes unterschwefligsaures Natron mit scharf getrockneter Ultramarinbasis glüht, so erhält man eine blasse, grünlichblaue Verbindung. Da die unterschwefligsauren Salze beim Glühen in ein Gemenge von Schwefelmetall und schwefelsaurem Metalloxyd zerfallen, so mufs schon das Schwefelnatrium für sich einige Färbung bewirken, und es läfst sich von dieser Seite aus auf die Art der Verbindung, in welcher der Schwefel in dem Ultramarin auftritt, kein bestimmter Schlufs ziehen.

Indem wir für das Uebrige den Leser auf die reichhaltige Originalabhandlung verweisen, müssen wir kürzlich noch einiger historischen Momente dieser Entdeckung gedenken. Neben Hrn. Prof. Gmelin macht nämlich auch Hr. Guimet in Toulouse auf dieselbe Anspruch. Nach einer in den *Annal. de chim. et de phys. XXXVII. p.* 414. mitgetheilten Notiz hat derselbe schon im J. 1826 Ultramarin von allen Sorten verfertigt, und seit dem Juli 1827 mehrere ausgezeichnete Maler in Frankreich mit einem Ultramarin versehen, welches von diesen selbst dem natürlichen vorgezogen worden ist. Professor Gmelin dagegen wurde zuerst im J. 1822 durch einige Erscheinungen bei der Analyse des *Ittnerits* (Schweigg. Journ.

Digitized by

Bd. 36. p. 74.) auf diesen Gegenstand aufmerksam gemacht. Er bemerkte nämlich, dafs dieses Fossil nach dem Glühen an den meisten Stellen eine schöne blaue Farbe angenommen hatte, und da dasselbe mit Säuren, unter augenblicklichem Verlust der Farbe, Schwefelwasserstoffgas entwickelte, was auch bei dem Ultramarin stattfindet; so wurde es ihm höchst wahrscheinlich, wie es auch aus den Versuchen der HH. Clément und Désormes hervorging, dafs Schwefel das färbende Princip des Ultramarins sey. In dieser Ansicht wurde er durch den Umstand bestärkt, dafs Hr. Tassaërt, im J. 1814, beim Niederreifsen eines aus Sandsteinen gebauten Soda-Ofens eine blaue Substanz gefunden hatte, die nach Vauquelin's Analyse die gröfste Aehnlichkeit mit dem Lasurstein besafs (*Ann. de chim. T.* 89. *p.* 88.). Um der Sache näher zu rücken, untersuchte er späterhin das natürliche Ultramarin, wobei er die von den HH. Clément und Désormes übersehene Schwefelsäure auffand. Aus dieser Untersuchung gewann Hr. Prof. Gmelin die volle Ueberzeugung, dafs sich das Ultramarin werde künstlich darstellen lassen, und er nahm daher auch keinen Anstand diese Ueberzeugung bei einem Aufenthalte in Paris im Frühjahr 1827 gegen Hrn. Gay-Lussac auszusprechen. Wann Hr. Prof. Gmelin zuerst Versuche zur Darstellung des Ultramarins unternommen, ist von demselben nicht angegeben; doch war er mit ihnen beschäftigt, als er am Ende Februars 1828 durch die Zeitungen erfuhr, Hr. Gay-Lussac habe am 4. Febr. 1828 der Pariser Academie angekündigt, dafs Hrn. Guimet die künstliche Darstellung dieser Farbe gelungen sey. — Diefs würden kürzlich die Data seyn, welche hierüber zur Oeffentlichkeit gelangt sind. Nach ihnen allein zu urtheilen, würde die Entscheidung der Frage, wem die Priorität gebühre, wenn sie überhaupt nur immer einem zu ertheilen ist, keinem Zweifel unterworfen seyn; doch ist es gewifs eben so auffallend, dafs Hr. Guimet eine

Digitized by Google

Entdeckung, auf die schon seit vier Jahren in Frankreich ein Preis von 6000 Francs ausgesetzt steht, zwei Jahre lang der Bekanntmachung entzogen hat, als es unbestritten bleibt, dafs dessen historische Belege die wohlerworbenen, und durch die öffentliche Bekanntmachung des Verfahrens noch erhöhten Verdienste des Hrn. Prof. Gmelin um die Entdeckung nicht im Geringsten schmälern können *).

XXII. *Ueber Capitain Parry's und Lieutenant Foster's Versuche über die Geschwindigkeit des Schalls.*

Während seines Aufenthaltes zu Port Bowen im Winter von 1824 bis 1825 stellte der Capitain Parry unter andern auch Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles an, und zwar meistens bei einer Kälte, bei welcher solche wohl nur selten unternommen werden möchten. Aus diesem Grunde hielt es der Prof. Moll in Utrecht für interessant genug, die Resultate dieser Versuche mit der Laplace'schen Formel und den Resultaten der früherhin angestellten Versuche **) zu vergleichen, und er veranlafste deshalb seinen Gehülfen, Hrn. Simons, zu einer Berechnung, von welcher das Folgende, nach dem darüber in den *Philosoph. Transact. f.* 1828, *pt. I. p.* 97. erschienenen Aufsatze, einen gedrängten Auszug darstellt.

Port Bowen, wo die HH. Parry und Foster ihre Versuche anstellten, liegt unter 73° 13′ 39″ N. Br. und 88° 54′ 55″ Länge westl. von Greenwich, Der Abstand des Sechspfünders von dem Standpunkte der Beobachter wurde trigonometrisch bestimmt, durch Hrn. Parry zu 12892,96 e. F., und durch Hrn. Foster zu 12892,82 e. F., im Mittel also 12892,89 engl. Fufs. Die Zeit wurde durch ein, dicht an's Ohr gehaltenes, Taschenchronometer gemessen. Die Richtung der Kanone war S. 71° 48′ O Die Beobachtungen waren folgende.

*) Von der ungemeinen Schönheit des Guimet'schen Ultramarins habe ich mich übrigens, durch eine vor mehreren Monaten von Hrn Prof. Liebig gütigst zugesandte Probe, selbst zu überzeugen Gelegenheit gehabt. *P.*

**) Eine Zusammenstellung der neueren Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft findet man in dies. Ann. Bd. 81. S. 351. u. 469. *P.*

Digitized by

	Barometer. Engl. Zoll.	Thermometer. F. °.	Wind *).	Wetter **).	Zeitraum in Secunden zwischen Blitz und Knall ***). Parry.	Foster.	Mittel.	Durchlaufner Weg in 1". Engl Fufs.
1824.								
Nov. 24.	29,841	—7	OSO. 2	3	12,3525	12,430	12,3912	1049,49
Dec. 8.	29,561	—9	NNO. 3	1	12,331	12,5266	12,4288	1037,34
1825.								
Jan. 18.	30,268	—37	OSO. 2	2	12,5889	12,4700	12,5290	1029,01
Febr. 7.	29,647	—24,5	NO. 2	1	12,639	12,6167	12,6278	1020,99
17.	29,598	—18	1	3	12,372	12,440	12,406	1039,25
21.	29,735	—37,5	1	3	12,8167	12,7067	12,7617	1010,28
März 2.	30,398	—38,5	östl. 2	3	12,640	12,780	12,710	1014,39
22.	30,258	—21,5	westl. 2	2	12,400	12,7167	12,5583	1026,64
Juni 3.	30,118	+33,5	östl. 2	1	11,7333	11,744	11,7387	1098,32
4.	30,102	+35	SO. 4	2	11,5889	11,4733	11,5311	1118,10

*) Die Zahlen in dieser Columne geben die Windesstärke an; es bedeuten nämlich: 1=Windstille, 2=schwacher Wind, 3=Stofswind, 4=starker Wind.

**) In dieser Columne bezeichnet: 1=sehr heiter, 2=heiter, 3=bedeckt.

***) Die hohen Decimalbrüche bei Angabe der Zeit rühren daher, dafs an jedem Tage mehrere Versuche gemacht, und hier nur die Mittelzahlen aus diesen Versuchen mitgetheilt worden sind.

Digitized by Google

Wegen des starken Windes wurde die Beobachtung vom 4. Juni von der Berechnung ausgeschlossen. Das Mittel aus allen übrigen Beobachtungen giebt, bei einem Barometerstand von 29,936 engl. Zoll (0m,76013), und einer Temperatur von —17°,72 F. (—27°,1 C.), die Schallgeschwindigkeit in der Luft =1035,19 engl. Fufs =315,426 Meter.

Nach Laplace hat man zur Berechnung der Schallgeschwindigkeit die Formel:

$$V = \sqrt{\frac{gp}{D}} \cdot \sqrt{\frac{c'}{c}},$$

in welcher bezeichnen: V die Schallgeschwindigkeit, p den Barometerstand, D die Dichte der Luft, und $\frac{c'}{c}$ das Verhältnifs zwischen der specifischen Wärme der Luft bei constantem Druck, und der bei constantem Volumen.

Werden in dieser Formel die nöthigen Zahlenwerthe substituirt*); so findet man: V=310,031 Meter =1017,72 englische Fufs, von welcher theoretischen Bestimmung das

*) Der Werth von g für Port Bowen (dessen Breite, $l = 73° 13' 39''$) ergiebt sich aus dem zu Paris (dessen Breite, $l' = 48° 50' 14''$) für dieselbe Gröfse beobachteten Werth =9m,8088 durch

$$g = 9{,}8088 \left[\frac{1 - 0{,}002837 \cos 2l}{1 - 0{,}002837 \cos 2l'}\right] = 9^m{,}82827.$$

Die Dichte D, oder das specifische Gewicht der Luft gegen das zur Einheit angenommene specif. Gewicht des Quecksilbers, findet man, für Port Bowen, aus dem für Paris bestimmten Werthe dieser Gröfse, multiplicirt mit den Verhältnissen der Schwere an beiden Orten. Bei 0m,760 Barom. und 0° C. ist, für Paris, D=0,001299541 Grm., dem Gewichte eines Cubikcentimeters trockner Luft, dividirt durch: 13,596152 Grm., das Gewicht eines Cubikcentim. Quecksilber. Unter denselben Umständen ist also zu Port Bowen:

$$D = \frac{0{,}001299541}{13{,}596152} \cdot \frac{9{,}82827}{9{,}8088} = \frac{1}{10441{,}545}$$

und beim Barometerstand p und der Temperatur t:

$$D = \frac{p}{10441{,}545 \times 0{,}760\ (1 + 0{,}00375\, t)}.$$

Digitized by

obige Resultat des Versuchs nur 5,395 Met. oder 17,47 engl. Fufs abweicht.

Nimmt man das Mittel aus den, bei stillem Wetter angestellten, Versuchen vom 17. und 21. Februar, so ergiebt sich die beobachtete Geschwindigkeit, bei $0^m,75328$ Baromet. und $-33°,2$ C. Temp., $=312,249446$ Meter $=1024,765$ engl. Fufs.

Die Formel dagegen giebt, nach gemachten Substitutionen, $V=306,39072$ Met., also ein nur um 5,858726 Meter von der Erfahrung abweichendes Resultat.

Wegen der Entgegengesetztheit in den Winden am 22. März und 3. Juni, läfst sich erwarten, dafs ihre Wirkung bei diesen Beobachtungen gewissermafsen compensirt sey. Nach dem Mittel aus den Beobachtungen an jenen Tagen beträgt, bei $0^m,76653$ B. und $-14°,4$ C., die Schallgeschwindigkeit $=323,741214$ Met. $=1062,48$ englische Fufs.

Die Formel dagegen giebt für dieses Mittel $V=318,48809$ Meter, so dafs also die Abweichung von der Erfahrung nur 5,253275 Meter beträgt.

Bei den Versuchen, welche früher Hr. Moll gemeinschaftlich mit Hrn. v. Beek unternahm, waren die Unterschiede zwischen der Beobachtung und der Berechnung etwas geringer, sie betrugen nämlich am 27 Jun. 1823 $=4,92$ Met. und am 28. Jan. 1823 $=4,24$ Meter. Hr. M. folgert also hieraus, dafs die Ungewifsheit in den Datis, auf welchen die Berechnung beruht, in hohen Breiten etwas gröfser sey, als in höheren Temperaturen.

Der Hygrometerstand wurde von den HH. Parry und Foster nicht aufgezeichnet. Da man hieraus einen Einwurf gegen die Richtigkeit ihrer Beobachtungen hernehmen könnte, so zeigt nun Hr. Moll, dafs die Vernach-

Da $t=-27°,62$ C., und, nach den Versuchen von Gay-Lussac und Welter, $\frac{c'}{c}=1,3748$ ist, so wird endlich die Formel

$$V=v\,[9,82827.10441,545.0,760(1-0,00375.27,62)]\sqrt{1,3748.}$$

Digitized by Google

lässigung dieses Elementes, wegen der niedrigen Temperatur, keinen merklichen Fehler hervorzubringen vermochte. Indem er nämlich die Luft, für die beobachteten Temperaturen, als ganz mit Feuchtigkeit gesättigt annimmt, findet er, mittelst der schon früher von ihm gebrauchten Formel (dies. Ann. Bd. 81. S. 365.), die Schallgeschwindigkeit

aus sämmtlichen Beobachtungen	310,09296	Meter
aus d. Beob. v. 17. u. 21. Febr.	306,43213	-
aus d. Beob. v. 22. März u. 3. Jun.	318,64481	-

Welche Werthe von den früheren, ohne Berücksichtigung der Feuchtigkeit berechneten, respective nur um 0,06239, 0,04141, 0,15680 Meter abweichen.

Um endlich die für die Schallgeschwindigkeit von Parry und Foster beobachteten Werthe V mit den Resultaten anderer Physiker vergleichbar zu machen, reducirt der Verfasser sie auf die Temperatur 0° C., mittelst der Formel:

$$V'' = \frac{V}{\sqrt{1 + 0{,}00375\,t}},$$

worin V'' die reducirte Geschwindigkeit bezeichnet.

Nach dieser Reduction hat man dann folgenden Vergleich zwischen den hauptsächlichsten Resultaten für die Geschwindigkeit des Schalls in der Luft bei 0° C.

Parry u. Foster, sämmtl. Versuche *)	333,15	Meter
- - Versuche am 17. u. 21. Febr.	333,71	-
- - Vers. am 22. März u. 3. Juni	332,85	-
Van Beek und Moll, in Holland	332,05	-
Stampfer und v. Myrbach, in Deutschland	333,25	-
Arago, Matthieu und Biot, in Frankreich	331,05	-
Benzenberg, in Deutschland	333,70	-
Espinoza und Bauza, in Chili	356,14	-
Olinthus Gregory, in England	335,14	-
Französische Academiker im J. 1738	332,93	-

*) Mit Ausschluss des am 4. Juni angestellten.

Digitized by

Aus dieser Tafel geht hervor, bemerkt Hr. Moll, welche Sorgfalt die HH. Parry und Foster auf ihre Versuche verwandt haben, da sie, obgleich unter den gröfsten Beschwerlichkeiten angestellt, dennoch nur unbedeutend von den unter den günstigsten Umständen gemachten Messungen abweichen; auch schliefst derselbe, aus der nahen Uebereinstimmung zwischen den unter so verschiedenen Umständen gemachten Versuchen, dafs die Abweichung derselben von der Formel zum gröfsten Theil einer Unvollkommenheit der letzteren zugeschrieben werden müsse.

XXIII. *Tafel über die Inclination und ganze Intensität der erdmagnetischen Kraft, nach den neuesten Beobachtungen.*

Die folgenden Inclinations- und Intensitätsbestimmungen sind aus einer Tafel entnommen, welche neuerlich Hr. Prof. Hansteen in No. 146. der *astronomischen Nachrichten* bekannt gemacht hat. Diese Tafel enthält aufser den bereits in dies. Ann. Bd. 85. S. 236. mitgetheilten Beobachtungen, die, wie es scheint, hier neu berechnet sind, noch einige andere, welche seitdem, theils in Deutschland von den HH. Keilhau, Boeck und Erman d. J., theils vom ersteren allein in Finmarken und auf Spitzbergen angestellt worden sind; sie giebt also eine vollständige Uebersicht aller bis zum J. 1827 im nördlichen Europa gemachten Bestimmungen jener beiden Elemente des Erdmagnetismus. In diesem Auszuge sind jedoch nur diejenigen Beobachtungen beibehalten, welche aufser der Dauer der horizontalen Schwingungen, auch die Inclination, also beide zur Berechnung der ganzen Intensität erforderlichen Data angeben; und überdiefs sind von den in Finmarken angestellten Beobachtungen einige forfge-

Digitized by Google

lassen, welche nach Herrn Keilhau's Urtheil keine sonderliche Zuverlässigkeit besitzen. Die Namen der Beobachter sind durch deren Anfangsbuchstaben den Beobachtungen beigefügt; die nicht bezeichneten rühren sämmtlich von Hrn. Prof. Hansteen selber her. Die Beobachtungen des letzteren wurden meist im J. 1825 angestellt, die von Hrn. Keilhau in Finmarken und auf Spitzbergen im J. 1827, nnd die übrigen zwischen den Jahren 1825 und 1827. Sie sind hier ziemlich nach der Intensität geordnet aufgeführt.

Die Intensität, welche allen übrigen als Einheit zum Grunde liegt, ist die im J. 1799 vom Hrn. v. Humboldt in Peru unter 7° 1′ S. Br. und 60° 4′ W. L. beobachtete, wo damals die Inclination 0° war, und dieselbe Inclinationsnadel, welche zu Paris in 10 Min. 245 Schwingungen gemacht hatte, in gleicher Zeit 211 Schwingungen vollbrachte. Die daraus für Paris beobachtete Intensität, nämlich: 1,3482 ist bei der folgenden Tafel zum Grunde gelegt.

Aufser den genannten Beobachtungen sind hier, der Vollständigkeit wegen, noch die Sabine'schen aufgenommen, und zwar so, wie sie vom Prof. Hansteen, mit Zugrundlegung der Intensität für London =1,3697, in dies. Ann. Bd. 85. S. 231. berechnet wurden.

Nach einer grofsen Reihe von Beobachtungen, die seitdem der Capitain Sabine vom December 1826 bis zum Juni 1827 mit sechs verschiedenen Magnetnadeln unternommen hat (*Philos. Transact. f* 1828, *pt. I. p.* 5.), verhält sich die horizontale Intensität des Erdmagnetismus in *London* zu der in *Paris* wie 1:1,07137; während die Inclination zu Paris, nach den auf der dortigen Sternwarte gemachten Beobachtungen 67° 58′, und zu London nach der im J. 1821 vom Hrn. Sabine gemachten Bestimmung =70° 4′, und in der Voraussetzung einer jährlichen Abnahme von 3 Minuten, 69° 45′ beträgt. Hienach würde die Intensität der ganzen Kraft, wenn man

Digitized by Google

die in Paris =1,3482 setzt, in London =1,36393 betragen, und es müfsten also die am Schlusse der Tafel mitgetheilten Beobachtungen des Capitain Sabine eine geringere Correction erleiden, um sie mit den übrigen Beobachtungen in Einklang zu bringen. Da indefs die aus Beobachtungen vom J. 1799 für Paris berechnete Intensität sich auch seitdem ein wenig geändert haben mag, so ist die Anbringung dieser Correction hier unterblieben.

Die geographische Lage der Orte ist theils aus der früheren Hansteen'schen Tafel entnommen, theils nach sonst vorhandenen Angaben neu hinzugefügt; für die Orte in Finmarken, für welche Länge und Breite von der Pontoppidan'schen Charte abgenommen wurden, mögen indefs die Zahlenwerthe nur als Annäherungen zu betrachten seyn.

	Breite.	Länge von Ferro.	Inclination.	Intensität.
Lohitsch (K. B.)	45° 55′	31° 53′ O.	64° 25′	1,3143
Triest (K. B.)	45 38	31 27	64 26	1,3169
Grätz (K. B.)	47 4	33 7	65 1	1,3268
Wien (K. B.)	48 13	34 3	65 33	1,3247
Iglau (K. B.)	49 23	33 16	66 20	1,3186
München (E.)	48 8	29 14	66 20	1,3393
Prag (K.)	50 5	32 7	67 2	1,3320
- (E.)			67 11	
Töplitz (K. B.)	49 58	30 32	67 28	1,3341
Dresden (K. B.)	51 2	31 23	67 41,3	1,3389
Breslau (E)	51 6	34 42	68 4	1,3821 *)
Leipzig (K. B.)	51 20	30 2	68 8,2	1,3588
Berlin, im Zimmer . . .	52 31	31 2	68 35,8	1,3368†)
Königsberg (E.)	54 43	38 10	69 0	1,3650
Stockholm, b. d. Sternwarte	59 20	35 44	72 8,3	1,3921
Åbo	60 27	39 58	72 9,9	1,3887
Christiania, im Zimmer (1825 H.)	59 55	28 24	72 26,4	1,4305
- - im Garten (1826 H.)	59 55	28 24	72 36,3	

*) Die Intensität ist in der Hansteen'schen Tafel nicht angegeben; sie ist hier aus dem Vergleiche mit Königsberg berechnet. Die Zeit von 300 horizontalen Schwingungen beträgt daselbst 763″,1, in Breslau dagegen 742″,8. Das Resultat ist sehr anomal.

†) Aus der Dauer von 300 horizontalen Schwingungen =764″,2 und den Datis für Königsberg berechnet.

Digitized by Google

	Breite	Länge von Ferro.	Inclination.	Intensität.
Carlstad	59° 23′N.	31° 16′O.	72° 33,4′	1,3777
Biörneborg	61 29	39 26	72 55,4	1,3996
Tjök	62 17	39 2	73 20,9	1,4062
Johnsrud	59 57	28 17	73 23,4	1,4246
Sundswall	62 22	34 56	73 37,9	1,4152
Ålsta	62 29	33 40	73 42,6	1,4218
Heggen, bei Modum	59 55	27 50	73 47,4	1,4154
Nye-Carlebye	63 38	40 31	73 48,2	1,4143
Wasa	63 4	39 22	73 49,1	1,4162
Biörnestad	61 3	29 8	73 50,1	1,4221
Hernoesand	62 38	35 33	73 55,7	1,4208
Oestersund	63 10	32 12	73 55,9	1,4338
Magnor	59 57	30 2	73 58,1	1,4198
Grundsaet	60 56	29 15	73 58,9	1,4399
Umeå	63 49	37 52	74 4,0	1,4126
Docksta			74 4,2	1,4116
Greimnäfs	62 50	32 50	74 6,8	1,4269
Archangel (n norweg. Offic.)	64 32	58 23	74 8	1,4441
Piteå	65 19	39 9	74 9,0	1,4480
Brahestad	64 41	42 20	74 10,4	1,4549
Störens Pfarrhof			74 27,6	1,4204
Nebye	62 18	28 38	74 33,8	1,4234
Suul	63 42	29 52	74 38,9	1,4230
Garnesset			74 40,4	1,4332
Röraas *)	62 34	29 15	74 41,7	1,4401
Drontheim	63 26	28 5	74 41,7	1,4302
Uleåborg	65 0		74 44,1	1,4396
Ydset	62 57	28 58	74 49,1	1,4521
Grötnäfs			74 58,3	1,4467
Alkula (Ober-Torneå)	66 16	41 27	75 4,5	1,4644
Haaparanda	65 50	41 55	75 12,7	1,4447
Bodöe (K)	67 15	31 35	75 54,1	1,4505
Gilleskaal (K)			76 9,3	1,4727
Gebostad (K)	59 15	35 30	76 18,8	1,4441
Jacobs Elv, Mündung (K)	69 54	48 25	76 37,3	1,4667
Vadsöe (K)	70 10	47 30	76 39,9	1,4693
Kalebotn (K)	70 12	45 50	76 46,1	1,4908
Olmos Tschoppam-Jock (K)	70 35	45 20	76 46,5	1,4526
Lebbesbye (K)	70 37	44 25	76 49,5	1,4648
Vardöe (K)	70 23	48 47	76 55,3	1,4766
Hammerfest (K)	70 40	41 26	76 58,9	1,4612
Tromsöe (K)	69 38	36 35	77 1,0	1,5148
Berlevaag (K)	70 54	46 51	77 4,6	1,4605
Talvig (K)	70 2	40 28	77 7,2	1,5122
Havöe-Sund (K)	70 57	41 59	77 8,5	1,4759

*) In einer Grube, 13 Lachter unter der Oberfläche des Berges, war die Dauer von 300 horizontalen Schwingungen = 856″,21, auf der Oberfläche dagegen = 863,89.

Digitized by Google

	Breite.	Länge von Ferro.	Inclination.	Intensität.
Omgang (K)	71° 0′	46° 10′O.	77° 14,6′	1,4875
Mehavn, bei Nordkyn (K) .	71 6	45 33	77 15,2	1,4963
Ingöe (K)	71 6	41 43	77 27,2	1,5175
Kielvig, auf Mageroë (K) .	71 1	43 41	77 30,2	1,5004
Bären Eyland (K)	74 55	32 30	78 53,6	1,4962
Spitzbergen, Süd-Cap (K) .	76 35	31 40	79 50,5	1,5581
Whales Head, auf Stans-Foreland (K)	77 25	34 40	79 59,5	1,5388
Sabine.				
S. Thomas	0° 25′N	24° 25′O.	0° 6,1′N.	0,9137
Bahia	12 59 S.	20 53 W.	4 12,0	0,8831
Ascension	7 56 S.	3 16 O.	5 10,0	0,8922
Maranhon	2 32 S.	26 41 W.	23 6,2	0,9980
Sierra Leona	8 29 N	4 25 O.	31 2,5	1,0360
Trinidad	10 39 N.	43 55 W.	39 2,5	1,1730
S. Marys	13 8 N.	1 7 O.	40 23,1	1,1199
Port Praya	14 54 N.	5 50 W.	45 26,3	1,1740
Jamaica	17 56 N.	59 14 W.	46 55,3	1,4027
Cayman	19 14 N.	63 25 W.	48 48,3	1,4178
Havannah	23 9 N.	64 43 W.	51 55,2	1,4756
Teneriffa	28 27 N.	1 25 O.	59 46,8	1,2888
Madeira	32 38 N.	0 44 O.	62 12,3	1,3665
New-York	40 43 N.	56 23 W.	73 7,0	1,7862
Hammerfest	70 40 N.	41 26 O.	77 15,9	1,4802
Grönland	74 32 N.	36 30 O.	80 9,0	1,4990
Spitzbergen	79 50 N.	29 20 O.	81 10,5	1,5373
Davisstrafse	64 0 N.	44 10 W.	83 4,0	1,6633
Possessions-Bay . . .	73 31 N.	59 42 W.	86 4,0	1,6474
B. Martins-Ins. . . .	75 10 N.	86 4 W.	88 26,0	1,6251
Regents-Bucht . . .	72 45 N.	72 1 W.	88 27,0	1,6512
Melville's Insel . . .	74 27 N.	94 2 W.	88 37,0	1,6120
Winterhafen	74 47 N.	93 8 W.	88 43,0	1,5979

XXIV. *Ueber die Messung schwacher elektrischer Kräfte; von Hrn. Bary.*

(*Ann. de chim. et de phys. XXXIX. p.* 37.)

Die Rechnung, welche dieser kleinen Arbeit zum Grunde liegt, ist so einfach, dafs ich sie anfangs blofs meinen Schülern als Aufgabe vorlegen wollte, indem ich glaubte, sie müfste schon mehreren Physikern beigefallen seyn. Was

Digitized by Google

Was mich indessen gegenwärtig zur Bekanntmachung dieser Kleinigkeit bewegt, ist die in den geschätztesten Lehrbüchern der Physik wiederholte Angabe, dafs es unmöglich sey, schwache elektrische Ladungen mittelst eines andern als mittelst des Coulomb'schen Elektrometer mit einander zu vergleichen *).

Es scheint mir indessen leicht, durch elementare Betrachtungen ein sehr einfaches Gesetz aufzustellen, welches die von den Elektroskopen gelieferten Anzeigen zur Messung elektrischer Kräfte anwendbar macht. Figuren habe ich nicht für nöthig erachtet, da die Kräfte-Zerlegungen, welche die Gleichungen liefern, sehr einfach sind.

Es sey z. B. ein sehr dünner Metalldraht die Axe eines senkrecht gehaltenen Gummilack-Cylinders, und dieser Draht endige sich oben in einer kleinen Metallkugel, unten aber in einer noch kleineren Kugel von Hollundermark. Nahe am oberen Ende dieses Drahts sey, mittelst eines kleinen Ringes, ein anderer eben so dünner und langer Draht befestigt, welcher ein Hollundermarkkügelchen von gleicher Gröfse mit dem früheren trägt. Im natürlichen Zustande werden sich diese Kügelchen berühren; wenn man aber den oberen Knopf mit einer elektrisirten Probescheibe berührt, so werden die beiden Drähte, die oben mit einander in Verbindung

*) Fischer's Physik (französische Uebersetz. 3. edit.) p. 260., Note von Biot; *Biot Précis*, 3. *edit. T. I. p.* 548.; *Biot Traité*, *T. II. p.* 345.; *Despretz Traité elément. 2. ed. p.* 399.; *Pouillet Elémens de physique et de Météorologie*, *T. I. p.* 564.

(So ganz allegmein dürfte der Glaube, dafs man *nur* mit der Coulomb'schen Drehwage elektrische Kräfte vergleichend messen könne, wohl nicht gewesen seyn. Simon und späterhin Egen, in seinem schätzbaren Aufsatze über das Gesetz der elektrischen Abstofsungskraft (dies. Ann. Bd. 81. S. 199. 281.), haben sich, mittelst einer der Wage ähnlichen Vorrichtung, des Gewichtes der Körper als Gegengewicht zur Messung der elektrischen Spannung bedient. *P.*)

Digitized by Google

stehen, gleichnamige Elektricität zu den beiden Kügelchen leiten, und das bewegliche von ihnen wird sich von dem festen entfernen, parallel einer Kreistheilung, die z. B. auf eine Wand des Glaskastens, welcher dieses Pendel einschliefst, aufgetragen ist. Die in den Drähten zurückgehaltene geringe Elektricitätsmenge, so wie das Gewicht des beweglichen Drahts, können wir vernachlässigen, und dann brauchen wir nur die gegenseitige Abstofsung der beiden Kugeln zu beachten, welche wir als auf ihre Mittelpunkte reducirt annehmen. Die Ausweichung der beweglichen Kugel wird um so beträchtlicher seyn, je stärker die Probescheibe elektrisirt war. Man weifs aber, dafs die elektrische Ladung dieser Scheibe nicht dem von der Kugel beschriebenen Bogen proportional ist, und man hat sie daher in Function dieses Bogens zu berechnen.

Es sey F die Kraft, welche, bei der Einheit des Abstandes, zwischen den beiden Kugeln ausgeübt wird; diese Kraft ist das Maafs der zu bestimmenden elektrischen Intensität. Es sey p das Gewicht des Hollundermarkkügelchen, und l die Länge des Drahts, woran es hängt. Endlich wenn man ϑ den Winkel, welchen der bewegliche Draht mit der Verticallinie macht, sobald die Repulsivkraft mit der Schwere in Gleichgewicht gekommen ist. Die wirkliche Entfernung der Kugeln von einander oder die Sehne des vom Hollundermarkkügelchen durchlaufenen Bogens ist $= 2l \sin \frac{1}{2}\vartheta$; und da die Repulsion sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält, so wird diese Kraft:

$$\frac{F}{4l^2 \sin^2 \frac{1}{2}\vartheta}$$

Damit diefs Kügelchen im Gleichgewicht bleibe, mufs $p \sin \vartheta$, die Componente seines Gewichts nach Richtung der Tangente des beschriebenen Bogens, gleich seyn:

$$\frac{F}{4l^2 \sin^2 \frac{1}{2}\vartheta} \cos \tfrac{1}{2}\vartheta$$

Digitized by Google

der Componente, der in entgegengesetzter Richtung nach derselben Tangente zerlegten Repulsivkraft, d. h. es mufs seyn:

$$\frac{F\cos\frac{1}{2}\vartheta}{4l^2\sin^2\frac{1}{2}\vartheta}=p\sin\vartheta=2p\sin\tfrac{1}{2}\vartheta\cos\tfrac{1}{2}\vartheta,$$

woraus sich ergiebt:

$$F=8pl^2\sin^3\tfrac{1}{2}\vartheta.$$

Die gesuchte Kraft oder die Intensität der Elektricität, welche dem Apparate durch die Probescheibe mitgetheilt wurde, ist also proportional dem Cubus des Sinus vom halben Ablenkungswinkel. Man sieht auch, dafs dieselbe Kraft dem Cubus dieses Winkels proportional seyn wird, sobald derselbe sehr klein ist *).

Man denke sich nun, dafs der Draht, den wir als fest und mit Gummilack überzogen voraussetzen, entblöfst und beweglich sey, d. h. man betrachte das Saussure'sche Elektroskop. Wenn die Hollundermarkkügelchen gleichnamige Elektricität erhalten, so entfernen beide sich von einander, und machen, wegen ihres gleichen Gewichts p, einen gleichen Winkel ϑ mit der Verticale Ihr Abstand wird alsdann $2l\sin\vartheta$ und ihre Repulsivkraft

$$\frac{F}{4l^2\sin^2\vartheta}.$$

Damit sie dem Gewichte einer der beiden Kugeln das Gleichgewicht halte, müssen wir haben:

*) Ein anderes recht sonderbares Resultat ist diefs: dafs die Spannung des Drahts, deren Ausdruck: $p\cos\vartheta+\frac{F}{4l^2\sin^2\frac{1}{2}\vartheta}\sin\frac{1}{2}\vartheta$ ist, sich für den Fall des Gleichgewichts auf p reducirt, d. h. dafs sie dem ganzen Gewichte der Kugel gleich ist, gleich als wenn der Draht vertical herabhinge, und die Kugel sich im neutralen Zustande befände. [Diese so wie die obige Rechnung setzt indefs voraus, dafs die Vertheilung der Elektricität zwischen den drei Kügelchen unabhängig sey von dem Winkel, welchen die beiden Hollundermarkkügelchen mit einander machen, was in aller Strenge wohl nicht der Fall ist. *P.*]

Digitized by

$$\frac{F\cos\vartheta}{4l^2\sin^2\vartheta}p=\sin\vartheta$$

woraus $F=4pl^2\frac{\sin^3\vartheta}{\cos\vartheta}=4pl^2\sin^2\vartheta\,tang\,\vartheta$.

Bei der Einheit des Abstandes ist also die Repulsivkraft proportional dem Quadrat des Sinus vom halben Ablenkungswinkel, multiplicirt mit dessen Tangente.

Dieser Ausdruck vereinfacht sich und reducirt sich auf $4l^2p\vartheta^3$ oder $\frac{pl^2}{2}(2\vartheta)^3$, sobald die Kleinheit des Winkels erlaubt $\sin^2\vartheta$ durch ϑ^2 und $tang\,\vartheta$ durch ϑ zu ersetzen. Es folgt alsdann, dafs die Spannung der Elektricität, welche die Kügelchen sollicitirt, proportional ist dem Cubus des Winkels, welchen diese unter sich bilden.

Diefs letztere Gesetz nähert sich um so mehr der Genauigkeit, als man bei der Annahme $\sin^2\vartheta=\vartheta^2$ und $tang\,\vartheta=\vartheta$ zwei Fehler begeht, die nach entgegengesetzten Seiten ausschlagen und sich gegenseitig zu compensiren suchen. Es ist leicht zu erweisen, dafs ϑ^3 um eine kleinere Gröfse als ϑ^5 von $\sin^2\vartheta\,tang\,\vartheta$ verschieden ist; oder mit andern Worten, *dafs, wenn man statt des Cubus eines Bogens das Product aus dem Quadrate seines Sinus in seine Tangente nimmt, daraus ein Fehler entsteht, der kleiner ist als die fünfte Potenz dieses Bogens* *).

*) Beweis dieses Satzes: Man hat $tang\,\vartheta>\vartheta$ . . . . . *A*

woraus: $\sin^2\vartheta>\vartheta^2(1-\sin^2\vartheta)$;

und um so mehr: $\sin^2\vartheta>\vartheta^2(1-\vartheta^2)$ . . . . . *B*

Multiplicirt man Glied für Glied die beiden Ungleichungen (*A*) und (*B*), so kommt

$$\sin^2\vartheta\,.\,tang\,\vartheta>\vartheta^3(1-\vartheta^2)$$

woraus: $\vartheta^3-\sin^2\vartheta\,.\,tang\,\vartheta<\vartheta^5$

Für den Kreisumfang, dessen Halbmesser =1 ist, leitet man leicht daraus ab:

$(10^0)^3-\sin^2 10^0\,.\,tang\,.\,10^0<0{,}0004$

$(5^0\ )^3-\sin^2\ 5^0\,.\,tang\,.\ 5^0<0{,}000006$

$(1^0\ )^3-\sin^2\ 1^0\,.\,tang\,.\ 1^0<0{,}000000004.$

Digitized by Google

Versieht man eins der Instrumente, dessen Anzeigen wir in Rechnung genommen haben, mit dem Volta'schen Condensator, so wird man leicht sehr schwache elektrische Intensitäten vergleichen können.

Dieselbe Rechnung ist auch auf die Messung sehr kleiner magnetischer Kräfte anwendbar. Es sey eine Magnetnadel auf einer Spitze ruhend oder an einem Faden hangend beweglich und in horizontaler Richtung gehalten. Sich selbst überlassen, wird sie sich in den magnetischen Meridian stellen. Nähert man einem ihrer Pole den gleichnamigen Pol eines schwachen Magnetstabes, so wird sich die magnetische Axe der Nadel von ihrer früheren Lage entfernen, und dort stehen bleiben, wo zwischen der Richtkraft der Erde und der Repulsivkraft der beiden Magnete Gleichgewicht vorhanden ist. Man nehme an, dafs im Moment des Gleichgewichts der Pol des Magnetstabes die ursprüngliche Stelle des zurückgestofsenen Pols der Nadel einnehme. Es sey F die Repulsivkraft der beiden Pole bei der Einheit des Abstandes; ϑ die Winkelablenkung der Nadel; l die Entfernung der Spitze des Trägers vom Pol der Nadel; und endlich H die horizontale Componente der Richtkraft des Erdmagnetismus, so ergiebt sich, wie oben, dafs man habe:

$$\frac{F\cos\frac{1}{2}\vartheta}{4l^2\sin^2\frac{1}{2}\vartheta} = H\sin\vartheta;\ \text{woraus}\ F = 8Hl^2\sin^3\tfrac{1}{2}\vartheta$$

dasselbe Maafs für die magnetische Intensität wie oben für die elektrische.

Das erste Resultat zeigt, dafs das obige Gesetz, noch bei einer Ablenkung von 20^0, ziemlich genau ist.

Aus der Ungleichung (B) hat man: $\sin\vartheta > \vartheta\sqrt{1-\vartheta^2}$, um so mehr also $\sin\vartheta > \vartheta(1-\vartheta^2)$ . . . (C). Multiplicirt man (B) und (C) Glied für Glied, so findet man $\sin^3\vartheta > \vartheta^3(1-\vartheta^2)^2$; also $\vartheta^3 - \sin^3\vartheta < 2\vartheta^5 - \vartheta^7$; ein Resultat für den Fall, dafs nur eine Kugel beweglich ist, welches den Grad von Annäherung bei verschiedenen Bögen kennen lehrt.

Digitized by

Man sieht leicht, dafs es nur nöthig ist, ein Hollundermarkkügelchen auf die eine Spitze der Nadel zu stecken, dasselbe vom Träger zu isoliren, und es, wenn es noch im magnetischen Meridian befindlich ist, mit einem andern festen und isolirten Hollundermarkkügelchen, dem man nach einander die zu vergleichenden schwachen elektrischen Ladungen mittheilt, zu berühren, um den letzteren Apparat in ein *Elektrometer* zu verwandeln.

XXV. *Elektrische Säule aus einem einzigen Metalle und ohne Flüssigkeit.*

(*Ann. de chim. et de phys. XXXVIII. p.* 442.)

Hrn. Watkins, Verfertiger physicalischer Instrumente in London, ist es gelungen, aus einem einzigen Metalle und ohne Flüssigkeit eine elektrische Säule zu errichten, welche eine merkwürdige Spannung besitzt. Sie besteht aus 60 bis 80 Zinkplatten von 4 Quadratzoll Oberfläche, welche auf der einen Seite, aber nicht auf der andern, gereinigt und polirt sind, und in einem hölzernen Troge in Abständen von 1 oder 2 Millimeter parallel hinter einander stehen, so dafs sie durch dünne Luftschichten von einander getrennt bleiben. Die polirten Flächen sind sämmtlich nach derselben Seite gewandt, und jede der beiden äufsersten Platten endigt sich in einem Conductor. Wenn man das eine Ende der Säule mit dem Boden und das andere mit einem Elektroskope in Verbindung setzt, so ladet sich dieses sogleich mit der einen oder der andern Elektricität, je nach der Natur des Poles, mit welchem dasselbe im Contacte steht. Die Feuchtigkeit der Luft begünstigt die Wirkung dieser Säule, welche man als eine Art trockner (Zambonischer) Säule betrachten kann, in der das Papier durch eine Luftschicht ersetzt ist. Die beiden Zinkflächen vertreten die Dienste

Digitized by Google

zweier heterogenen Metalle. Es scheint also, dafs die Luft dadurch, dafs sie auf die gereinigte und polirte Fläche stärker oxydirend wirkt als auf die andere, die Elektricitäterregung in jeder Zinkplatte hervorruft, und dafs die sehr dünne Luftschicht, welche die Platten von einander trennt, und vielleicht die Wände des hölzernen Troges, in welchem die Platten befestigt sind, den beiden Elektricitäten gestatten, sich einzeln, wie in einer gewöhnlichen Säule, an den Polen des Apparates anzuhäufen.

XXVI. *Ueber die Abscheidung des reinen Kohlenstoffs oder Diamants aus Schwefelkohlenstoff durch Phosphor;*

von Hrn. Gannal.

(Aus dem *Journ. de chim. med. Ann. IV. p.* 582.) *).

Um zu sehen, ob sich nicht der reine Kohlenstoff aus seiner Verbindung mit Schwefel abscheiden lasse, steckte

*) Das Aufsehen, welches die Darstellung künstlicher Diamanten erregt hat, und in mancher Hinsicht mit Recht, veranlafst mich, den Lesern diese vorläufige Nachricht mitzutheilen, obgleich sie bei weitem noch keine volle Ueberzeugung von der Richtigkeit dieser Entdeckung gewähren kann. Vom Phosphor hat man bisher nur gewufst, dafs er sich ruhig im Schwefelkohlenstoff löse und damit eine höchst entzündliche Flüssigkeit bilde; eine Abscheidung des Kohlenstoffs durch ihn, ist dagegen von Keinem bemerkt worden, und man mufs daher glauben, dafs sie bei Hrn. Gannal durch die Gegenwart des Wassers bedingt worden sey. — Ein anderes, bisher aber noch nicht bekannt gemachtes, Verfahren zur Krystallisirung des Kohlenstoffs soll übrigens Hr. Cagnard de Latour aufgefunden haben. Derselbe übersandte der Pariser Academie am 10. Nov. 1828 mehrere Glasröhren gefüllt mit kleinen bräunlich gefärbten Kohlenstoffkrystallen, von denen die gröfsten 4 Centigrm. wogen. Es ist indefs noch nicht ganz erwiesen, ob diefs wirklich Diamanten gewesen sind; einige wenigstens sollen nur Quarzkrystalle gewesen seyn, deren Darstellung auf künstlichem Wege freilich auch bemerkenswerth ist. *P.*

Digitized by Google

der Verfasser kleine Cylinder von recht reinem Phosphor in rectificirten Schwefelkohlenstoff. Er fand sogleich, dafs der Phosphor sich mit dem Schwefel verband, und der Kohlenstoff ausgeschieden wurde, bald in Gestalt eines weifsen, stark lichtbrechenden Pulvers, bald in Gestalt von kleinen Krystallen, welche dieselbe Eigenschaft besafsen, und überdiefs die härtesten Körper ritzten, mit einem Worte, alle Eigenschaften des Diamanten darboten. Das Detail der hierüber von Hrn. Gannal unternommenen Versuche ist folgendes.

Wenn man in einen Kolben, welcher Schwefelkohlenstoff und über demselben eine Schicht Wasser enthält, mehrere Stangen Phosphor bringt, so bemerkt man, dafs der Phosphor, im Moment wann er mit dem Schwefelkohlenstoff in Berührung kommt, schmilzt und im flüssigen Zustande sich auf den Boden des Kolbens senkt. Die Masse ist alsdann deutlich in drei Schichten getheilt. Die erste besteht aus reinem Wasser, die zweite aus Schwefelkohlenstoff, und die dritte aus flüssigem Phosphor. Wenn man diese Flüssigkeiten durch Umschütteln mit einander vermischt, so wird das Gemenge milchig, und nachdem es einige Zeit ruhig gestanden hat, sondert es sich in zwei Schichten, wovon die obere Wasser und die untere Phosphorschwefel (zum Theil wohl wenigstens eine Lösung des Phosphors in Schwefelkohlenstoff (P)) ist. Zwischen diesen beiden Schichten bemerkt man eine sehr dünne Lage eines weifsen Pulvers, welches, wenn man den Kolben in Sonnenschein stellt, alle Nüanzen der prismatischen Farben darbietet, und aus einer Unzahl kleiner Krystalle zu bestehen scheint.

Um gröfsere Krystalle zu erhalten, brachte Hr. Gannal in einen Kolben, der an einem sicheren Orte stand, acht Unzen Wasser, eben so viel Schwefelkohlenstoff und Phosphor. Nachdem er wie beim vorhergehenden Versuche verfahren und den Kolben einen Tag lang ste-

Digitized by Google

hen gelassen hatte, war zwischen den beiden oben erwähnten Schichten eine sehr dünne Haut von einem weifsen Pulver entstanden, welche hie und da mehrere Luftblasen und mehrere Gruppen theils von Nadeln oder sehr dünnen Blättchen, theils von Sternen, zeigte. Nach einigen Tagen hatte diese Haut allmälig an Dicke zugenommen, und zugleich war die Trennung der beiden Flüssigkeiten weniger scharf geworden, so dafs nach drei Monaten beide nur eine einzige auszumachen schienen. Einen Monat später, als keine merkliche Veränderung mehr in der Flüssigkeit vor sich zu gehen schien, filtrirte der Verfasser sie durch eine Gemsenhaut, welche er, wie er sagte, unter eine Glasglocke brachte, in die er von Zeit zu Zeit frische Luft hineinliefs. Nach einem Monate, als diese Haut ohne Unbequemlichkeit gehandhabt werden konnte, wurde sie wieder in Falten gelegt, darauf gewaschen und getrocknet. Erst jetzt konnte er die, auf ihre Oberfläche abgesetzte, Substanz untersuchen, welche im Sonnenschein mit allen Regenbogenfarben spielte.

Zwanzig dieser Krystalle waren so grofs, dafs man sie mit einer Federmesserspitze aufnehmen konnte; drei andere hatten die Gröfse eines Hirsekorns. Sie wurden Hrn. Champigny, Director der Juwelenhandlung des Hrn. Petitot, gebracht, welcher sie sorgfältig untersuchte, und sich überzeugte: 1) dafs sie Stahl ritzten; 2) dafs sie von keinem Metall geritzt wurden; 3) dafs sie von reinem Wasser waren; 4) dafs sie den lebhaftesten Glanz ausstrahlten. Mit einem Worte, Hr. Champigny erklärte, dafs es wirklich kleine Diamanten wären. Als Hr. Gannal einen dieser Krystalle unter der Loupe untersuchte, fand er, dafs sie eine dodecaëdrische Form hatten, welche bekanntlich eine der Formen des Diamanten ist.

Es wäre zu wünschen, dafs der Verfasser einige dieser Krystalle in Sauerstoffgas verbrennt hätte, um sich zu überzeugen, ob sich nur reine Kohlensäure erzeugte.

Digitized by Google

Dieser Versuch würde seiner Entdeckung einen neuen Grad von Sicherheit verliehen haben.

XXVII. *Ueber das Kohlensäure-Gas in der Atmosphäre; von Hrn. Th. de Saussure.*

(*Annal. de chim. et de phys. XXXVIII. p.* 411.)

Bei den meisten Versuchen, von denen hier die Rede ist, wurde das Kohlensäuregas aus dem Gewichte des kohlensauren Baryts berechnet, welches sich in Barytwasser gebildet hatte; dieses befand sich in grofsen Glasgefäfsen, von denen jedes ein Luftvolumen von etwa 30 bis 45 Liter enthielt.

Die Menge der Kohlensäure, die in freier Luft an einem und demselben Orte vorhanden ist, erleidet, wie die Temperatur, der Wind, der Regen, der atmosphärische Druck, fast unaufhörliche Veränderungen. Versuche, welche ich vom J. 1816 bis zum Juni 1828 auf einer Wiese zu Chambeisy, $\frac{3}{4}$ Lieue von Genf, angestellt, haben mir gezeigt, dafs die mittlere Menge von Kohlensäure, die dem Volumen nach in 10000 Theilen Luft enthalten ist, um die Mittagszeit 5 oder genauer 4,9 Theile beträgt. Das Maximum ist 6,2; das Minimum 3,7.

Die in der *Bibliothèq. universell. Tom. I.* bekannt gemachten Beobachtungen *) haben für das *Maximum*, an demselben Orte, ein etwas gröfseres Verhältnifs von Kohlensäure gegeben, allein wahrscheinlich war diefs eine Folge der Unvollkommenheit des Verfahrens.

Die Zunahme der mittleren Quantität von Kohlensäure im Sommer, und die Abnahme derselben im Winter, haben sich an den verschiedenartigsten Standpunkten bestätigt, auf dem Lande wie in der Stadt, auf dem Genfer See und auf einem Hügel, bei stillem und bei unru-

*) Man sehe dies. Ann. Bd. 54. S. 217.

Digitized by Google

higem Wetter. Nach einem Mittel aus dreifsig Beobachtungen, welche zu Chambeisy innerhalb sieben Jahren angestellt wurden, verhält sich die Menge der Kohlensäure um die Mitte des Tages in den Monaten December, Januar und Februar, zu der in den Monaten Juni, Juli und August, wie 77 zu 100.

Diefs Verhältnifs ist nicht constant für alle Jahre; man findet, im Sommer wie im Winter, Zeitpunkte, welche eine Ausnahme von demselben machen, zu welcben die Menge der Kohlensäure im Sommer geringer ist als die im Winter, und umgekehrt. So z. B. beträgt, nach mehrjährigen Beobachtungen, im Januar die mittlere Quantität der Kohlensäure 4,23 Volum. in 10000 Vol. Luft; allein in dem durch seine gelinde Temperatur ungewöhnlichen Januar 1828 stieg diese Menge auf 5,1 Volumen. Im August ist, nach verschiedenen Jahren, die mittlere Menge der Kohlensäure =5,68; allein nach einem Mittel aus vier, sehr nahe übereinkommenden, Versuchen betrug im August 1828, der auffallend kalt und regnigt war *), die mittlere Menge der Kohlensäure, um die Mittagszeit, nur 4,45.

Der Unterschied in der Menge der Kohlensäure, welche die Luft, bei ruhigem Wetter, am Tage und in der Nacht enthält, ist eins der merkwürdigsten Resultate meiner letzten Beobachtungen. Die nachstehende Tafel enthält die Beobachtungen, welche ich an denselben Tagen auf offnem Felde um Mittag und um 11 Uhr Abends angestellt habe.

*) Die Vergleichung einiger zu sehr verschiedenen Zeiten gemachter Beobachtungen hatte mich, in der im Juni d. J. vor der helvetischen Gesellschaft gehaltenen Vorlesung, zu der Annahme geführt, dafs der Regen die Menge der Kohlensäure in der Atmosphäre vermehre; allein eine grofse Zahl von Versuchen, die ich kürzlich über diesen Gegenstand angestellt habe, widersprechen, wenigstens für den Sommer, dieser Meinung.

Digitized by Google

	Kohlensäuregas, dem Volumen nach in 10000 Th. Luft enthalten	
	am Mittage	um 11 Uhr Ab.
1827 Mai 22.	5,81	6,23
Jul. 7.	5,8	6,2
Sept. 3.	5,61	6,01
Nov. 6.	4,3	4,86
1828 Mai 31.	4,75	5,65
Jun. 13.	5,06	5,83
Jun. 26.	5,39	5,22
Aug. 1.	4,32	6,06
Aug. 12.	4,29	5,82

Es geht aus diesen Beobachtungen hervor, dafs, bei ruhigem Wetter, die Luft mehr Kohlensäure in der Nacht als am Tage enthält. Die einzige Ausnahme hievon stellte sich, bei einem ungemein heftigen Winde, am 26. Juni 1828 ein; alle übrigen Beobachtungen wurden bei ruhigem Wetter oder schwach bewegter Luft angestellt. Ich habe eine hinlängliche Uebung in dieser Gattung von Versuchen erlangt, um behaupten zu können, dafs der Unterschied, der sich durchgehends in dieser Tafel zeigt, nicht von Beobachtungsfehlern herrührt. Es bleibt nur noch zu untersuchen, ob dieser Unterschied sich auch mitten im Winter, wenn die Vegetation unthätig ist, zeigen werde.

Mitten auf dem Genfer See, Chambeisy gegenüber, enthält die Luft im Mittel etwas Kohlensäure weniger, als in hundert Toisen Abstand vom Ufer. Nach acht Beobachtungen, welche an beiden Stationen zu verschiedenen Zeiten, aber an denselben Tagen, um Mittage angestellt wurden, verhält sich die Menge der Kohlensäure daselbst wie 98,5 zu 100; dagegen sind die jahreszeitlichen Veränderungen an beiden Orten gleich.

Die Luft in Genf enthält mehr Kohlensäure als die auf einer Wiese zu Chambeisy, und zwar nach sechs gleichzeitigen Beobachtungen an beiden Orten, fast in dem Verhältnisse 100:92. Dafs die Luft auf dem Lande

Digitized by Google

reiner seyn müsse, war vorauszusehen, und ich führe diefs Resultat auch nur deshalb an, um die Nützlichkeit des angewandten Verfahrens zu zeigen, da andere eudiometrische Mittel keine Verschiedenheit in der Luft an beiden Orten angegeben haben.

Da noch keine Veränderungen in dem Sauerstoffgehalte der atmosphärischen Luft nachgewiesen worden sind, so könnte man glauben, dafs, so wie die Menge der Kohlensäure veränderlich ist, Sauerstoff und Stickstoff dagegen in einem constanten Verhältnisse ständen. Diese Meinung stützt sich aber auf keine Erfahrung. In dem Kohlensäuregehalt haben wir nur deshalb früher als im Sauerstoffgehalte Schwankungen bemerkt, weil unsere Methoden zur Bestimmung jenes Gases weit genauer sind als irgend eins der für den Sauerstoff angewandten eudiometrischen Mittel. Die letzteren besitzen keine hinreichende Genauigkeit, um in der Menge dieses Gases noch Veränderungen von einem Tausendstel des Luftvolumens anzeigen zu können; während die, welche wir bei der Kohlensäure beobachtet haben, noch weiter unter diesem Verhältnisse stehen.

In einigen Monaten werde ich die erwähnte Tafel mit allen Beobachtungen, und mit Zusätzen versehen, umständlich bekannt machen. Zugleich werde ich das nach vielen Bemühungen aufgefundene Verfahren bei diesen Untersuchungen, die eine eben so gleichförmige Behandlung als grofse Genauigkeit erfordern, ausführlich beschreiben.

XXVIII. *Vom Zufrieren der Ströme.*

(Bemerkung von Hrn. Arago im *Annuaire etc. p.* 1828. *p.* 174.)

Die nächtliche Ausstrahlung scheint mir einige Umstände beim Zufrieren der Ströme zu erklären, welche zwar

Digitized by Google

die Aufmerksamkeit der Beobachter erregten, von diesen aber nicht erklärt werden konnten. Die einzigen Elemente, welche beim Studium der Erscheinung des Zufrierens der Ströme wichtig zu seyn scheinen, sind: 1) die Gröfse der Kälte; 2) die Dauer derselben; 3) die verschiedene Höhe der Gewässer; 4) die Geschwindigkeit derselben. Wenn man aber die Register über den Wasserstand und das Zufrieren der Seine durchläuft, so findet man bald, dafs es noch andere Umstände geben müsse, die darauf Einfluſs haben,

Im December 1762 war der Strom gänzlich zugefroren, in Folge eines sechstägigen Frostes, bei dem die Temperatur im Mittel —3°,9 C. war, und im Maximum nicht —9°,7 C. überstieg. Dagegen floſs im J. 1748 der Strom noch, nachdem 8 Tage eine mittlere Temperatur von —4°,5 C. geherrscht und währenddefs die Kälte sogar ein Maximum —12° erreicht hatte. Und dennoch war die Wasserhöhe, von der, wie bei allen Flüssen, die Geschwindigkeit bedingt wird, zu beiden Zeiten gleich. Wie ist diese Anomalie zu erklären? Vielleicht, wenn die atmosphärischen Umstände i. J. 1762 und 1748 unähnlich waren, bloſs durch die Betrachtung, dafs das Thermometer, welches in freier Luft hängt, nicht immer genau die Temperatur der am Erdboden befindlichen festen und flüssigen Körper anzeige. In der That finde ich, dafs im J. 1762 die sechs Tage vor dem gänzlichen Zufrieren des Stromes *vollkommen heiter* waren, während im Jahr 1748 der Himmel entweder bewölkt oder ganz bedeckt war. Addirt man nun 10° oder 12°, als Wirkung der Ausstrahlung des Wassers gegen den Himmel, zu der im J. 1762 vom Thermometer angezeigten Kälte, so findet man, dafs, ungeachtet der Angaben dieses Instruments, das Wasser, wenigstens an der Oberfläche, in diesem Jahre eine gröfsere Kälte als im Jahr 1748 erlitten hat; und damit verschwinden alle Widersprüche.

Im Jahre 1773, am 6. Februar, ging die Seine mit

Digitized by Google

Eis, nach fünftägigem Frost, der im Mittel —6° C. betragen und im Maximo bis zu —10°,6 gestiegen war. Im J. 1776 erschien das Treibeis erst am 19. Januar, obgleich es schon seit dem 9. fror, und vom 15. bis zum 19. die Temper. im Mittel —8°,3 C. gewesen, und im Maximo auf —13°,1 gestiegen war. Der Wasserstand erklärt diese Erscheinung nicht; denn im J. 1776 betrug er 4½ F, im J. 1773 dagegen 8 Fufs. Es bleiben also nur die atmosphärischen Umstände übrig. Nun war im J. 1773 am 3., 4., 5. und 6. Februar der Himmel fast beständig heiter, während er sich im J. 1776 vom 9. bis zum 19. Januar nur auf wenige Augenblicke entwölkte. Die nächtliche Ausstrahlung ist also auch hier die einzige Ursache, welche zu erklären vermag, wie, ungeachtet eines weit höheren Wasserstandes und einer geringern Kälte in der Atmosphäre, die Seine im J. 1773 leichter zufror als im J. 1776.

Eine der gröfsten Kälten, welche man, seit dem Gebrauche des Thermometers, in Paris empfunden hat, ist die vom Jahre 1709; aber gerade in diesem Jahre blieb die Seine, bei Temperaturen von —23° C., in der Mitte beständig offen. Sollten nicht indefs die obigen Beispiele berechtigen, diese damals so viele Hypothesen veranlassende Sonderbarkeit dem hohen Wasser und der in Folge des bedeckten Himmels eingetretenen Schwäche der nächtlichen Ausstrahlung zuzuschreiben? Leider geben die vielen Abhandlungen, welche man über die Kälte von 1709 hat drucken lassen, keine Mittel, diese Vermuthung zu bewähren.

Digitized by Google

XXIX. *Ueber den Einfluſs der Temperatur auf das Refractions- und Dispersionsvermögen des Schwefelkohlenstoffs* *).

In einem der K. Gesellschaft zu London am 15. Mai 1828 vorgelesenen Aufsatze berichtigt Hr. Barlow unter andern seine frühere Aussage (S. 315. d. Hefts), als habe die Temperatur keinen Einfluſs auf die Focallänge seines Fernrohrs durch neuere Beobachtungen dahin, daſs für eine Erwärmung von 57° bis 84° F. oder einer Erkältung von 57° bis 31° allerdings eine Verschiebung des Objectivs von 0,134 Zoll erforderlich sey, um ein scharf begränztes Bild zu erhalten. Die Aenderung, welche der Schwefelkohlenstoff in seinem Brechungs- und Zersteuungsvermögen durch Temperaturänderungen erleidet, hat Hr. Barlow mit dem mittelst jener Flüssigkeit achromatisirten Fernrohr bestimmt, da die übrigen Methoden seiner Meinung nach sehr schwierig sind. Die Resultate hievon sind: daſs die Dispersion bei 31° und 84° F. in dem Verhältnisse 3067 zu 3084 steht, und daſs das Brechungsverhältniſs zwischen 32° und 212° F. in der Voraussetzung einer gleichförmigen Veränderung, um ein Zehntel abnimmt, welches Verhältniſs nach Hrn. Barlow's Angabe, nahe der zugehörigen Ausdehnung des Schwefelkohlenstoffs entspricht. Hienach findet Hr B. es wahrscheinlich, daſs, bei allen Flüssigkeiten, das Brechungsverhältniſs sich direct wie die Dichte verändere, und andererseits das Dispersionsverhältniſs in allen Temperaturen constant bleibe. (Die Wahrscheinlichkeit der letzten Annahme und die Genauigkeit der obigen Zahlenwerthe scheinen indeſs nicht sehr groſs zu seyn. *P.*)

XXX. *Einfluſs der Spannung auf Messingsaiten.*

Nach einer Beobachtung des Herrn Cagnard de Latour bekommen lange Messingsaiten, wenn man sie, besonders bei feuchtem Wetter, mehrere Tage lang an freier Luft ausgespannt erhält, die Eigenschaft, daſs sie beim Zusammenbiegen zu einem etwas spitzen Winkel leicht zerbrechen (*Ann. de chim. et de phys. XXXVIII. p.* 193.)

*) *Philos. Mag. and Annals, T. IV. p.* 59.

Digitized by Google

Fig. 2.

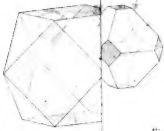


Fig. 6

Fig. 5

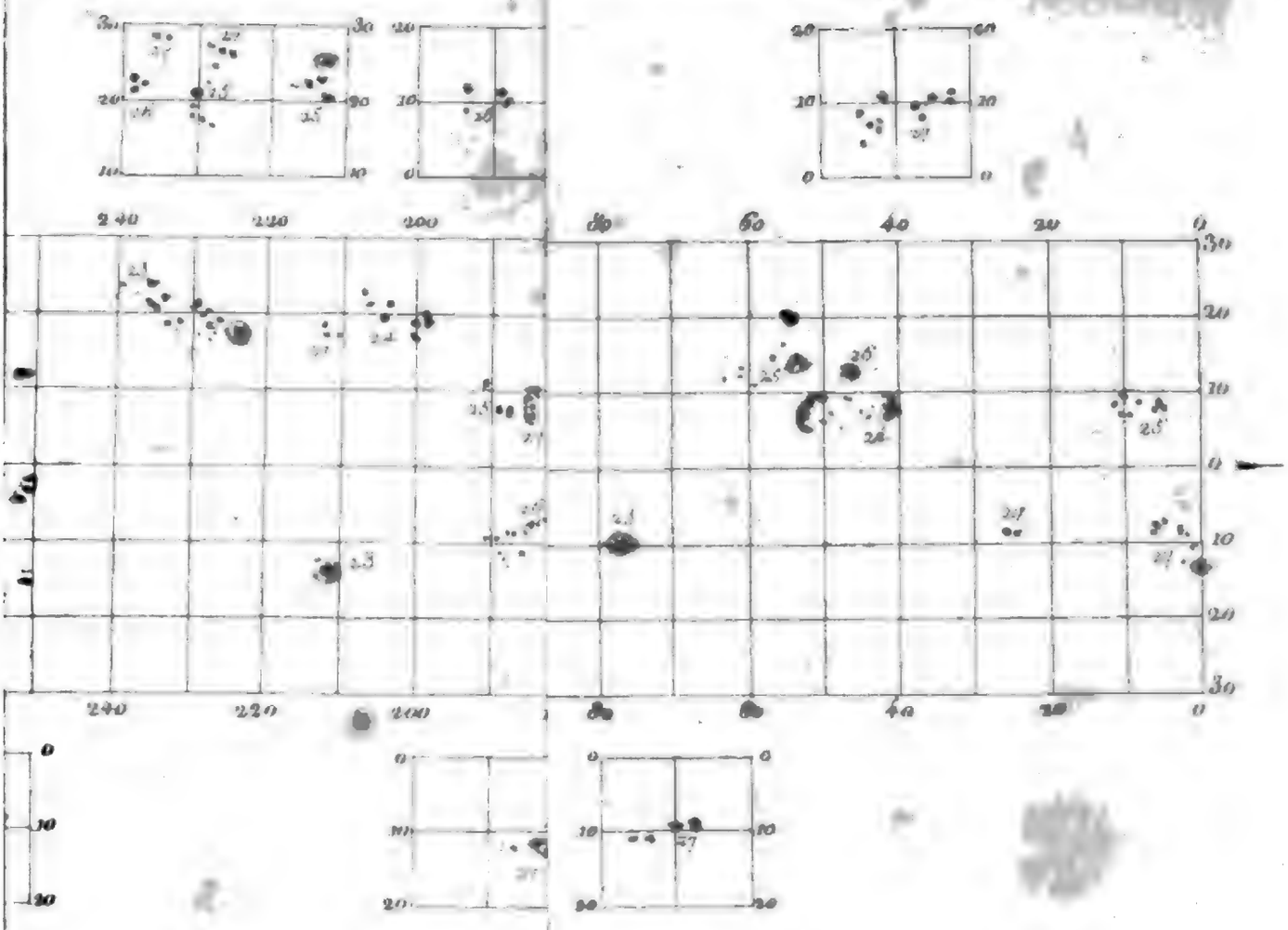
Fig. 10

Fig. 7

Fig. 15

Fig. 12.

Digitized by Google



Digitized by Google

Taf. V

Fig. 3

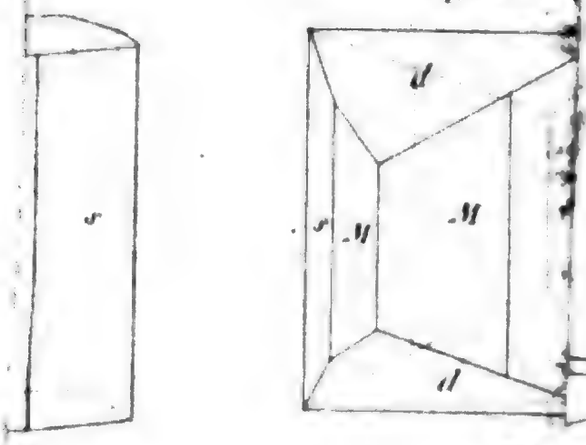


Fig. 5

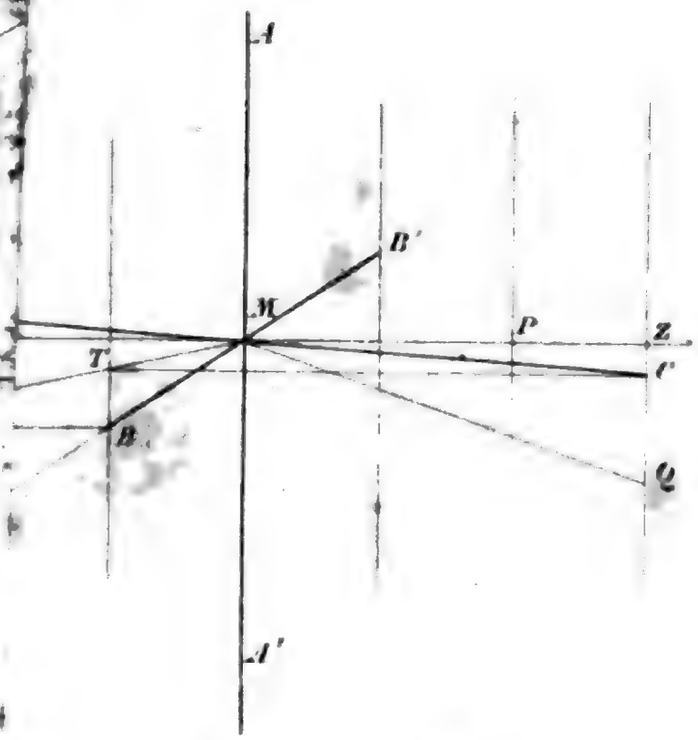


Fig. 7

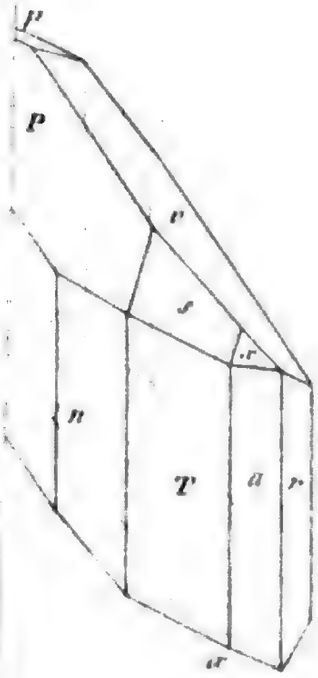


Fig. 10

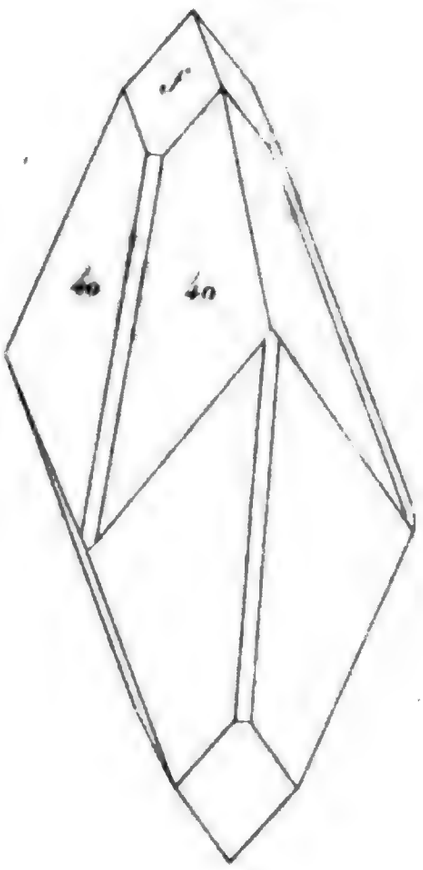
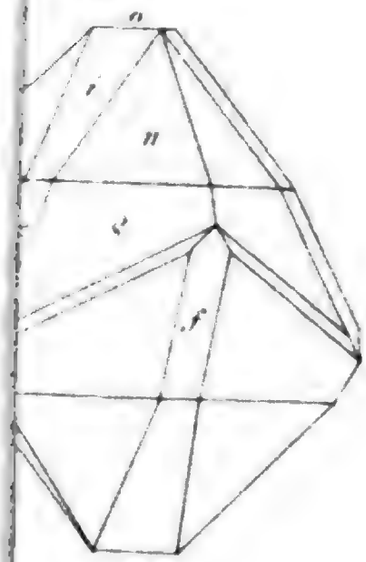
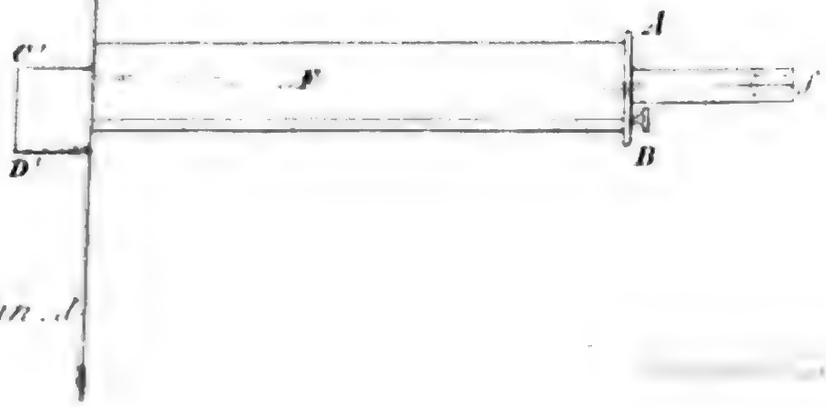


Fig. 11





Ann. d

Digitized by Google

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, EILFTES STÜCK.

I. *Compensation der Orgelpfeifen, ein Vortrag des Prof. Wilhelm Weber zu Halle, bei der Versammlung der deutschen Naturforscher zu Berlin, den* 19. *Sept.* 1828,

Wenn es möglich wäre, mit dem Gehöre eben so genaue Bestimmungen der Töne zu machen, als die Messungen des Raumes durch den Gesichtssinn sind, so würde man einige Eigenschaften und Kräfte der Körper, wie die Cohäsion, die Compressibilität, die Dilatabilität, die Ausdehnung durch die Wärme, zu deren Untersuchung räumliche Messungen des Gesichtssinns weniger geeignet sind, genauer als bisher kennen lernen. Wie klein ist z. B. die Verlängerung einer Metallstange, wenn sie sich durch die Wärme ausdehnt, und wie schwierig, diese kleine Verlängerung genau zu messen! Wie grofs ist dagegen die Aenderung der Tonhöhe einer transversalschwingenden Metallsaite, wenn sie, mit ihren Enden zwischen zwei unveränderlichen Punkten befestigt und aufgespannt, nur die geringste Verlängerung erleidet, weil durch diese Verlängerung die Kraft, durch welche die Saite in der Richtung ihrer Länge gespannt wird, sehr schnell abnimmt.

Bei meinen Versuchen wog z. B. eine 48 Par. Lin. lange Eisensaite 0,^{gr}02473. Wird diese Eisensaite mit

Digitized

144^{Kr},63 gespannt, so macht sie 864 Schwingungen in einer Secunde (giebt den Ton ā, wie gewöhnlich die Stimmgabeln der Pianoforte's). Wird diese Eisensaite bei der Spannung von 144^{Kr},63 festgeklemmt, und so erwärmt, dafs sie um den 1000sten Theil einer Par. Linie sich ausdehnt, so giebt sie nach meinen Versuchen einen Ton, der mehr als eine Vierteltonstufe tiefer als ā ist. Ein geübtes Ohr kann aber, wie wir gleich nachher sehen werden, selbst die Wirkung einer Schwingung zu 1000 Schwingungen noch unterscheiden, und folglich noch den 40. Theil von jenem Tonunterschiede wahrnehmen. Um wie viel vortheilhafter ist in diesem Falle der Gebrauch des Ohres als der des Auges; denn die Messung mittelst des Ohrs ist in diesem Falle etwa 40 Mal feiner als die mittelst des Auges, das selbst durch das stärkste Mikroskop unterstützt höchstens bis auf den 1000sten Theil einer Linie sicher ist.

Die Fortschritte der Mechanik von physikalischer Seite scheinen hauptsächlich auf genauer Ausmittelung einiger Bewegungen zu beruhen. Welchen Gewinn hat man in der Mechanik aus einer einzigen Thatsache, aus der Messung des Raumes, welchen ein Körper im leeren Raume in einer Secunde von der Ruhe ab durchfällt, zu ziehen gewufst! Aehnliche Vortheile bei Untersuchung einiger Naturkräfte kann es gewähren, wenn die Zahl der Schwingungen, die ein Körper unter bestimmten Verhältnissen macht, gleich genau, wie der Fallraum, gemessen wird.

Aber wie kommt es, dafs die eigenthümlichen Vortheile, die das Ohr vor dem Auge voraus hat, zu genauen Messungen der Naturkräfte noch wenig benutzt sind? In der zu geringen Feinheit des Gehörs liegt der Grund nicht, dafs dasselbe so wenig zu solchen Zwecken angewendet worden ist; denn ich kann aus Erfahrung beweisen, dafs es fein genug empfindet, um unter günstigen Umständen die Töne unmittelbar so genau zu bestimmen, dafs der Fehler auf 200 Schwingungen nie mehr als eine Schwin-

Digitized by Google

gung beträgt. Und so wie, wenn man das Auge durch einen Nonius oder Vernier, durch den Keil, durch den Fühlhebel, und durch die Mikrometerschraube unterstützt, noch weit genauere Messungen mit ihm machen kann, als ohne diese Hülfsmittel, so stehen uns bei Bestimmung der Höhe der Töne Methoden zu Gebote, welche auf eine ähnliche Weise die Zählung der Schwingungen durch die Höhe der Töne so vervollkommnen, dafs man unter günstigen Umständen auf 1000 Schwingungen nie mehr als eine irrt.

Ich will hier nur zweier von diesen Methoden gedenken, deren ich mich bei meinen Untersuchungen mit vorzüglichem Vortheile bedient habe. Die Beobachtung der sogenannten Schwebungen ist die erste dieser Methoden. Wenn die nicht ganz übereinstimmenden Pendel zweier Uhren neben einander schwingen, so beobachtet man bald Zeiträume, wo die Pendelschläge beider Uhren zwischen einander fallen, bald Zeiträume, wo die Pendelschläge beider Uhren zusammenfallen, und deswegen einen stärkeren Eindruck auf's Ohr machen. Eben so machen von Zeit zu Zeit die Schwingungen zweier neben einander tönender Körper, bei denen nur ein geringer Unterschied ihrer Tonhöhe stattfindet, auf das Ohr einen stärkeren Eindruck, so oft die Maxima ihrer Schwingungen zusammenfallen, und diese stärkeren Eindrücke auf unser Ohr nennen wir Schwebungen. Diese sogenannten Schwebungen leisten nun für das Ohr dasselbe, was der Vernier bei Längenmessungen und Winkelmessungen leistet. Durch den Vernier wird eine und dieselbe *Linie* zweimal in gleiche Theile getheilt, so dafs sie bei der zweiten Theilung eine Unterabtheilung mehr als bei der ersten Theilung erhält. Durch die Schwingungen zweier Körper, welche Schwebungen hervorbringen, wird ein und derselbe *Zeitraum* zweifach in gleiche Theile getheilt, so dafs die eine Theilung eine Unterabtheilung mehr als die andere erhält. Wie man nun beim Vernier das Zusammenfallen zweier Striche

Digitized by Google

beobachtet, so beobachtet man die Schwebungen als das Zusammenfallen zweier Schwingungen.

Die zweite von mir immer angewendete Methode zur Unterstützung des Ohres bei der Vergleichung zweier Töne gründet sich darauf, dafs ich den zu bestimmenden Ton auf doppelte Weise mit einem andern Tone in Einklang zu bringen suche, erst durch Erhöhung, dann durch Vertiefung des zweiten Tones, und auf beiden Seiten die Grenzen bestimme, wo das Ohr den Unterschied beider Töne wahrzunehmen anfängt.

Aber die grofse, noch vorhandene Schwierigkeit bei Bestimmung der Töne durch das Ohr, liegt darin, dafs es uns noch jetzt an einem zuverlässigen unveränderlichen Maafsstabe für die Höhe der Töne fehlt, an einem Körper, den man sich mit Sicherheit immer von neuem zurichten kann, und welcher immer genau denselben Ton hervorbringt, an einem Tone, der ein Maafs für alle übrigen Töne ist, der ein Normalton ist, um alle anderen Töne mit ihm vergleichen und auf ihn reduciren zu können. Welchen Arbeiten haben sich die Physiker der neuern Zeit unterzogen, um ein solches Maafs für die räumlichen Messungen zu gewinnen; welche Entdekkungen waren nothwendig, um durch die gehörigen Correctionen, wegen Einflusses der Wärme und der umgebenden Luft, alle Längenmessungen, Barometermessungen und Pendelmessungen unter einander vergleichbar zu machen!

Durch Vorarbeiten, welche ich zu dem Zwecke, für die Töne genaue Messungsmethoden zu begründen, und durch dieselben einige Eigenschaften der Körper genauer kennen zu lernen, gemacht habe, bin ich auf die Entdekkung compensirter Orgelpfeifen geführt worden, die aufser den Vortheilen, welche sie mir bei manchen akustischen Untersuchungen durch ihre Töne von unveränderlicher Höhe verschaffen, auch für die Ausübung der Musik Nutzen zu versprechen scheinen. Bekanntlich leidet das

Digitized by Google

gröfste und vollkommenste aller musikalischen Instrumente, die Orgel, an dem Fehler, dafs die Töne derselben nicht allmählig anwachsen und abnehmen können. Aber auf diesem allmähligen Anwachsen und Abnehmen beruht hauptsächlich der Ausdruck der Musik. Die vielfachen Anstrengungen, welche daher die Künstler gemacht haben, um der Orgel auch diesen Vorzug zu verschaffen, konnten bisher keinen vollkommen glücklichen Erfolg haben; denn es liegt in dem Wesen einer longitudinalschwingenden Luftsäule, dafs ihr Ton bei jeder Verstärkung höher, bei jeder Schwächung tiefer werde, und folglich ein beträchtliches Anwachsen oder Abnehmen des Tones eine dem Gehör unangenehme Aenderung der Tonhöhe zur Folge haben würde.

Auch die verbesserten Zungenpfeifen, mit freischwingenden, durchschlagenden Zungen, welche Kratzenstein von dem chinesischen Instrumente *Tscheng* auf seine Sprachmaschine übertrug, und welche dann später Andere, wie der Abt Vogler in sein Orchestrion, und wie Kaufmann und Grenié, in ihre Instrumente aufnahmen, leiden einigermafsen an diesem Fehler, und die Bemühungen Grenié's haben ihn nicht beseitigen können.

Erst nachdem ich, durch eine lange Reihe von physikalischen Versuchen, die Gesetze gefunden hatte, nach welchen die Zungenpfeifen mit freischwingenden Zungen tönen, bin ich im Stande gewesen, Orgelpfeifen aufzustellen, welche, wie stark oder wie schwach auch der Luftstrom, der den Ton in ihnen erregt, ist, dennoch immer genau dieselbe Tonhöhe behalten. Es sey mir gestattet, dafs ich Ihnen zuerst das Mittel beschreibe, welches ich entdeckt habe, um diese Compensation der Tonhöhe in Orgelpfeifen bei beliebiger Verstärkung und Schwächung des Tones sicher zu bewerkstelligen, und alsdann die Arbeiten anzugeben, welche ich gemacht habe, um dieses Mittel der Compensation dem Calcul zu unterwerfen, und sicher anwenden zu können.

Digitized by Google

Die Einrichtung der Compensationspfeife gründet sich auf folgende Betrachtung.

Es ist bekannt, dafs der Ton einer angeschlagenen Stimmgabel im ersten Augenblicke etwas tiefer ist, als gegen das Ende, wo die Schwingungsbahnen ihrer Theilchen sehr klein geworden sind. »Der Ton der verhallenden Stimmgabel,« sagt man, »zieht sich etwas in die Höhe.« Eben so zieht sich der Ton jeder verhallenden Saite etwas in die Höhe. Ueberhaupt ist es eine Eigenthümlichkeit aller transversalschwingenden Körper, dafs ihr Ton etwas tiefer bei stärkerer Schwingung, etwas höher bei schwächerer Schwingung ist. Die umgekehrte Eigenthümlichkeit haben aber alle longitudinalschwingenden Körper, und im höchsten Grade findet sie sich bei longitudinalschwingenden Luftsäulen; denn statt, wie die transversal (durch Beugung) schwingenden Körper bei Verstärkung der Schwingungen tiefer zu tönen, tönen longitudinal (durch Verdichtung und Verdünnung) schwingende Körper dabei höher. »Der Ton eines Blaseinstrumentes,« sagt man, »wird durch stärkeres Blasen in die Höhe getrieben.« In beiden Fällen, bei Longitudinalschwingungen und bei Transversalschwingungen, wird also der Ton in seiner Höhe geändert, aber auf eine entgegengesetzte Weise.

Wäre es nun also möglich, eine tönende Metallplatte, welche transversal schwingt, und eine tönende Luftsäule, welche longitudinal schwingt, in eine solche Verbindung und Wechselwirkung mit einander zu bringen, dafs sie nur beide gleich schnelle und gleichzeitige Schwingungen machen könnten, so wäre es auch möglich, aus ihnen ein musikalisches Instrument zusammenzusetzen, welches seinen Ton gar nicht ändert, während man ihn schwächer oder stärker erregt. In der That ist dieses bei dem von mir aufgestellten Instrumente der Fall.

Schon bei der gewöhnlichen Zungenpfeife mit freischwingender, durchschlagender Zunge, ist eine transver-

Digitized by Google

salschwingende Metallplatte mit einer in einer Röhre eingeschlossenen longitudinalschwingenden Luftsäule auf diese Weise verbunden. Denn wenn auch jeder von diesen beiden Körpern, aus welchen dieses Instrument zusammengesetzt ist, die transversalschwingende Metallplatte, und die longitudinalschwingende Luftsäule, so beschaffen ist, dafs jeder von ihnen, einzeln und allein schwingend, eine andere Zahl von Schwingungen, und also einen andern Ton hervorbringt, so sind sie doch in diesem Instrumente so mit einander verbunden, dafs sie dennoch nur gemeinschaftlich irgend einen dritten Ton, und also nur *eine* dritte Zahl von Schwingungen hervorbringen können.

Ich habe in meiner Schrift *), die ich hier vorzulegen wage, gezeigt, dafs unter bestimmten Verhältnissen die in der Röhre dieses Instrumentes eingeschlossene *Luftsäule* genöthigt wird, ihre Schwingungen bedeutend zu ändern, und fast ganz der transversalschwingenden Metallplatte nachzugeben. In diesem Falle wird der Ton der Zungenpfeife durch Verstärkung *tiefer;* dafs aber unter bestimmten andern Verhältnissen die Metallplatte genöthigt werde, ihre Schwingungen beträchtlich zu ändern, und den Longitudinalschwingungen der Luftsäule nachzugeben. In diesem Falle wird der Ton der Zungenpfeife durch Verstärkung *erhöhet.* Es giebt aber auch endlich einen dritten zwischen beiden in der Mitte liegenden Fall, in welchem die transversalschwingende Metallplatte den Ton der Zungenpfeife um eben so viel vertieft, als die longitudinalschwingende Luftsäule ihn erhöhet, und dieses ist der Fall der Compensation, welchen aufzufinden der Zweck meiner Bemühungen war.

Nachdem ich also ein sicheres Mittel, die Compen-

*) Der Titel derselben heifst: *Leges oscillationis oriundae si duo corpora diversa celeritate oscillantia ita congunjuntur ut oscillare non possint nisi simul et synchronice exemplo illustratae tuborum linguatorum. Halae* 1827. 4.

Digitized by

sation der Orgelpfeifen bei beliebiger Verstärkung und Schwächung des Tons zu bewerkstelligen, aufgefunden hatte, kam es mir darauf an, dieses Mittel auf eine sichere Weise dem Calcul zu unterwerfen, damit es mit Leichtigkeit zur practischen Ausführung kommen könnte. Denn es ist zwar leicht, die Röhre einer Zungenpfeife so lange zu verkürzen, bis der Ton, den die in der Röhre eingeschlossene Luftsäule gemeinschaftlich mit der schwingenden Metallplatte hervorbringt, compensirt ist, und also durch einen verstärkten Luftstrom weder höher noch tiefer wird. Aber eine solche compensirte Orgelpfeife gäbe alsdann einen Ton, welcher sich nach unsern bisherigen Kenntnissen nicht voraus bestimmen liefse. Umgekehrt kann man leicht durch Verlängerung der Röhre bewirken, dafs eine Zungenpfeife irgend eine bestimmte Anzahl Schwingungen in einer Secunde und also einen bestimmten Ton hervorbringt, aber alsdann würde die Zungenpfeife nicht compensirt seyn.

Die Aufgabe einer vollkommenen Orgel würde von einem Künstler nur dann gelöst seyn, wenn er eine Reihe Orgelpfeifen aufstellte, von denen jede einen Ton unserer Scale, also einen vorausbestimmten Ton hervorbrächte, und zugleich auch compensirt wäre. Dazu müssten aber die Gesetze, von denen die Zahl der Schwingungen einer Zungenpfeife, und die Bedingungen bekannt seyn, von welchen ihre Compensation abhängt. Diese Gesetze zu finden, ist mir durch meine Beobachtungen und Rechnungen gelungen.

Denen, welche sich für diese Gesetze interessiren, werde ich sie, sammt den Versuchen, worauf sie sich gründen, mit Vergnügen vorzeigen, und der hochgeehrten Gesellschaft lege ich daher nur das Endresultat meiner Untersuchung, nämlich eine Tabelle, in der ich nach den gefundenen Gesetzen die Dimensionen der transversalschwingenden Metallplatte und der longitudinalschwingenden Luftsäule für 5 Töne unserer Scala so berechnet habe, dafs

Digitized by Google

die darnach construirten Orgelpfeifen zugleich genau compensirt seyn würden, vor. Ferner übergebe ich der hochgeehrten Gesellschaft das Instrument selbst, mit welchem ich meine Versuche gemacht habe.

Sie sehen hier eine Reihe von Metallplatten aus Eisen, Kupfer, Silber, Messing, Argentan, alle 3 Paris. Linien breit, und 26,6 Lin. lang, und zwar aus jedem Metalle mehrere von verschiedener Dicke, zwischen einem Sechstel und einem Drittel Par. Linie. Alle diese Metallplatten sind durch ein Walzwerk gegangen, dessen stählerne Walzen mit dem Support und mit der Demantspitze sorgfältig abgedrehet waren, so dafs die Oberflächen der Metallplatten vollkommen eben und parallel sind. Diese Metallplatten bilden den transversalschwingenden Körper in unserem Instrumente. Je gröfsere Bahnen eine solche schwingende Lamelle durchläuft, desto mehr vertieft sich ihr Ton. Der zweite, longitudinalschwingende, Körper unseres Instruments, dessen Ton bei Vergröfserung der Schwingungsbahnen höher wird, ist die in der Messingröhre AB (Fig. 1. Taf. VI.) eingeschlossene Luftsäule, die durch Ansetzung von hölzernen Röhren, wie BC, beliebig verlängert werden kann. Die Messingröhre ist am Ende A verschlossen. Das ganze Instrument ist in Fig. 1. im Durchschnitte, in Fig. 2. perspectivisch gezeichnet.

Beide für sich tonfähige Körper, die longitudinalschwingende Luftsäule AC und die transversalschwingende Metallplatte ab, sind in unserem Instrumente so verbunden, dafs letztere, die Platte, an einer Stelle ab der Messingröhre AB einen Theil der die Luftsäule begrenzenden Wand ersetzt. Beide Körper, die Metallplatte und die Luftsäule, werden in gemeinschaftliche Schwingung gesetzt, wenn ein Luftstrom zur Spalte a, welche die etwas schief stehende Metallplatte zwischen sich und dem sie umfassenden Rahmen läfst, eindringt, und bei B oder C aus der Röhre herausgeht. Ohne die Platte ab zu berühren, hielt

Digitized by

ich das Ende *A* der Pfeife in den Mund, und es entstand der Ton, sobald ich blies. Es fängt nämlich die Metallplatte an zu schwingen, und verschliefst und öffnet dabei abwechselnd das länglich viereckige Loch des Rahmens, an dessen einem Ende *b* sie festgeklemmt ist. Die äufsere Luft kann daher nur periodisch und stofsweise in den inneren Raum der Röhre eindringen, und von der Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge dieser Stöfse der eindringenden Luft hängt die Höhe des hervorgebrachten Tones ab. (Wie die schwingende Metallplatte dem eindringenden Luftstrome den Weg periodisch öffnet und verschliefst, sieht man, wenn man das Ende *B* oder *C* in den Mund nimmt, und die Luft nicht aus der Lunge herausbläst, sondern sie schnell einzieht.)

Gebe ich der Luftsäule eine solche Länge, dafs der Ton des ganzen Instruments mehr von der transversalschwingenden Metallplatte als von der longitudinalschwingenden Luftsäule abhängt, und blase ich einmal schwach und einmal stark, so ist der letztere Ton etwas tiefer als der erstere. Wenn ich z. B. die Röhre dieser messingenen, 38 Pariser Linien langen Zungenpfeife nicht verlängere, so ist deutlich wahrnehmbar, dafs der Ton beim schwachen Blasen etwas höher als beim starken Blasen ist.

Gebe ich dagegen der Luftsäule eine solche Länge, dafs der Ton des ganzen Instruments mehr von der longitudinalschwingenden Luftsäule abhängt, und blase ich einmal schwach und einmal stark, so ist der letztere Ton etwas höher als der erstere. Gebe ich z. B. durch Ansetzen von Röhren an die vorliegende Zungenpfeife der Luftsäule eine Länge von 150 Par. Linien, so ist deutlich wahrnehmbar, dafs der Ton beim schwachen Blasen etwas tiefer als beim starken Blasen ist.

Es giebt aber eine bestimmte mittlere Länge der Luftsäule, bei der die Longitudinalschwingungen derselben den Ton des ganzen Instruments bei beliebiger Verstärkung

Digitized by Google

des Luftstroms um eben so viel erhöhen, als die Transversalschwingungen der Metallplatte ihn vertiefen. Mache ich z. B. die Luftsäule des vorliegenden Instrumentes durch Ansetzen einer Holzröhre 102 Pariser Linien lang, so kann ich den Ton beliebig anwachsen oder anschwellen, und auch beliebig abnehmen lassen, je nachdem ich heftiger oder sanfter blase, ohne dafs Sie die geringste Aenderung der Tonhöhe wahrzunehmen im Stande sind.

Dieses vorliegende Instrument war es, mit welchem ich alle meine Versuche zur Begründung einer Compensation der Orgelpfeifen gemacht habe. Ich bin durch diese Versuche zu dem vorgesetzten Ziele wirklich gelangt, für jeden gegebenen Ton im Voraus die Dicke und Länge der Metallplatte, bei einem bestimmten Metalle, z. B. bei Messing, und die Länge der Röhre, wie auch die übrigen Dimensionen der beiden gemeinschaftlich schwingenden Körper, anzugeben, so dafs, wenn ein Instrument nach diesen Vorschriften von einem geschickten Mechanikus genau gefertigt wird, das Instrument nicht allein einen bestimmten Ton unserer Scale geben, sondern zu gleicher Zeit compensirt seyn wird. Zum Beweise lege ich in der folgenden Tabelle einige Beispiele solcher compensirten Orgelpfeifen vor.

Digitized by Google

Fünf Beispiele compensirter Orgelpfeifen.

Die Metallplatten sind sämmtlich von gewalztem Messingblech, 14 Par. Lin. lang und 3 Par. Lin. breit, die Röhren sind sämmtlich $3\frac{1}{3}$ Par. Lin. weit.

Zur Hervorbringung folgender Töne sind	folgende Schwingungen in 1 Secunde erforderlich.	Die Messingplatten würden bei folgenden Dicken ausser der Zungenpfeife	folgende Schwingungen in 1 Secunde machen.	Die Luftsäulen würden bei folgenden Längen der Röhren ausser der Zungenpfeife	folgende Schwingungen in 1 Secunde machen.
as	406,40	$0^{lin.},1815$	424,12	$102^{lin.},61$	720,44
a	430,56	0,1933	451,77	102,57	720,97
b	456,15	0,2059	481,22	101,95	725,18
h	483,27	0,2192	512,28	100,72	733,66
$\bar{c}$	512,00	0,2333	545,30	98,64	748,50

Werden die in dieser Tabelle sich entsprechenden Messingplatten und Luftsäulen mit einander zu Zungenpfeifen verbunden, so erhält man compensirte Orgelpfeifen, welche genau folgende Töne geben:

as, a, b, h, $\bar{c}$,

Die Versuche und Gesetze, aus welchen die in dieser Tabelle zusammengestellten Resultate berechnet sind, habe ich in der physikalischen Section der in Berlin zu Michaelis 1828 versammelten deutschen Naturforscher, am 21. September, ausführlich vorgetragen, und ich werde diese Versuche und Gesetze in einem folgenden Hefte dieser Annalen gleichfalls mittheilen. Einigen dieser Versuche hoffe ich in kurzer Zeit einen etwas höheren Grad der Vollkommenheit zu geben, indem die Freigebigkeit des Königl. Ministeriums, dem die Sorge für das Wohl der wissenschaftlichen Anstalten anvertraut ist, die Anschaffung derjenigen Instrumente bewilligt hat, durch die meine Versuche die Genauigkeit erhalten können, welche man bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft zu verlangen berechtigt ist.

Digitized by Google

II. *Ausführlicher Bericht über mehrere in den Jahren* 1826 *und* 1828 *in den Minen von Dolcoath in Cornwall zur Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde angestellte Pendelversuche; mitgetheilt von M. W. Drobisch, Prof. in Leipzig.*

Schon im vergangenen Jahre habe ich in diesen Annalen einen kurzen Bericht aus dem Philosoph. Magazin mitgetheilt, und den Versuch gemacht, die dort beigebrachten Angaben in Rechnung zu nehmen. Gegenwärtig sehe ich mich durch die Güte eines Freundes in den Stand gesetzt, nachfolgende treue Uebersetzung des Wesentlichsten einer nicht in den Buchhandel gekommenen, unter dem Titel: *Account of experiments made at Dolcoath-Mine, in Cornwall in* 1826 *and* 1828, *for the purpose of determining the density of the earth. Cambridge* 1828. 8. 16 S., gedruckten, wie es scheint nur den Freunden der Verfasser bestimmten Abhandlung, zu liefern, die, obgleich die Versuche nicht ganz zum Ziele führten, doch schon dadurch interessant ist, dafs darin das Detail der Beobachtungen mit ziemlicher Ausführlichkeit beschrieben wird, und daraus künftige Beobachter, die freilich sich in Deutschland, schon der Kostbarkeit der dazu nöthigen Instrumente wegen, nicht leicht finden dürften, lernen können, welche Schwierigkeiten sie zu beseitigen suchen müssen. Nach einer Einleitung, in der das Problem, die Dichtigkeit der Erde zu finden, im Allgemeinen in's Auge gefafst und über die verschiedenen Versuche Cavendish's und Hutton's berichtet wird, heifst es wie folgt:

In diesen Fällen (bei Hutton und Cavendish) war die beobachtete Thatsache die Variation in der *Rich-*

Digitized by

tung der Schwere, die durch die Wirkung irgend einer äufseren Masse hervorgebracht wurde. Aber es ist klar, dafs man das Experiment auch in veränderter Form anstellen kann, wenn sich die Variation der *Intensität* der Schwere, die durch Addition oder Subtraction irgend einer bekannten attractiven Quantität bewirkt wurde, messen liefse. Wir haben in den letzten Jahren ein Instrument von seltener Feinheit und Schicklichkeit zur Abmessung jeder Veränderung in der Intensität der Schwere, durch Captain Kater's Erfindung der Methode der Coincidenzen und deren Anwendung auf die Schwingungen eines unveränderlichen Pendels, erhalten. Durch diese Methode kann man mit vollkommener Gewifsheit eine Störung in der Schwerkraft entdecken, wodurch eine Uhr in Einem Tage $\frac{1}{10}$ einer Secunde gewönne oder verlöre, d. h. $\frac{1}{100000}$ von der Quantität der Schwere selbst. Diese Art zu experimentiren ist gegenwärtig mit Erfolg bei der Untersuchung über die Gestalt der Erde angewendet worden. Es scheint daher eine wahrhaft interessante Unternehmung, dieselbe Methode auf das eben auseinandergesetzte Problem anzuwenden; und obschon anerkannt werden mufs, dafs dieser Plan, in Folge verschiedener Unfälle bei der Ausführung, bis jetzt nicht den vollen Ertrag hatte, so dürfte es doch der Mühe werth seyn, die angewandte Methode, die Schwierigkeiten und die Fortschritte der Experimentatoren bei den zwei nachfolgenden Unternehmungen zu beschreiben.

Es ist oben gesagt worden, dafs unser Problem gelöst seyn würde, wenn man erfahren könnte, um wie viel die Intensität der Schwere durch Hinzusetzung oder Entfernung irgend einer bekannten Masse vermehrt oder vermindert werden würde. Es ist wohl unwahrscheinlich, dafs zu diesem Zwecke irgend eine Masse, die das Erzeugnifs menschlicher Arbeit ist, geschickt seyn sollte. Betrachten wir aber die Schwere an der Ober- und an der Grundfläche einer Schicht von solidem Felsen, so

Digitized by Google

ist klar, dafs in dem ersteren Falle die Anziehung dieser Schicht niederwärts wirken und die anziehende Kraft vermehren, im andern aufwärts wirken und sie vermindern wird *). Es kam daher darauf an, das Verhalten eines und desselben Pendels in zwei solchen Positionen messend zu vergleichen. Wie es scheint, sind zwei Stationen, eine an der Oberfläche der Erde, die andere in einem möglichst tiefen Schachte geeignete Punkte, um die Frage zu entscheiden, und können durch eine eigenthümliche Anwendung der Methode der Coincidenzen gnügend verglichen werden.

Die erste Unternehmung dieser Art wurde im Sommer 1826 durch Hrn. Airy und Hrn. Whewell, Mitglieder des Trinität-Collegiums zu Cambridge, gemacht. Die Scene ihrer Operationen war das Kupferbergwerk von Dolcoath bei Camborne in Cornwall. Ihre tiefste Station war eine Kammer in dem Felsen in einer Tiefe von 1200 Fufs unter der Oberfläche, und eine kleine Hütte fast senkrecht darüber war ihr oberer Punkt. An beiden Stationen war ein besonderes Pendel und eine Uhr placirt, um es mit dieser vermittelst der oben erwähnten Methode der Coincidenzen zu vergleichen. Die beiden Uhren wurden mit einander durch sieben Chronometer verglichen, und zwar an jedem Tage des Experiments, sowohl zu Anfang als zu Ende der Operation, erst mit dem einen dann mit dem andern. Der Grund, warum eine so grofse Zahl dieser Vergleichung vermittelnder Instrumente angewandt wurde, war, dafs man beabsichtigte, jede Irregularität im Gange oder Ungenauigkeit in der Vergleichung auf jeden Fall mittelst eines Durchschnitts auszugleichen.

*) Das wird sie, soviel ich einsehe, *nur*, wenn sich das Gebirge, dem sie angehört, über die allgemeine Oberfläche der Erde (genau genommen das Niveau des Meeres) erhebt; in jedem andern Falle, wenn sie unter der allgemeinen Oberfläche liegt, vernichten sich bekanntlich die gegenseitigen Anziehungen aller Theilchen der Schicht auf jeden unter ihr liegenden Punkt.

D. Uebers.

Digitized by Google

Die augenscheinlichsten Schwierigkeiten bei dieser Unternehmung schienen überwunden zu seyn. Uhr und Pendel waren ohne Schaden in die unterirdische Kammer hinabgelassen, an ihrem Orte aufgestellt und in Bewegung gesetzt worden. Es mag noch erwähnt werden, dafs, in Folge eines mangelhaften Pendelgestells (was man erst unten bemerkte) die Versuche, das Pendel an der unteren Station aufzustellen, mit Umständen verknüpft waren, die möglicher Weise Verdacht einflöfsen konnten, dafs sie auf die Form des Pendels Einflufs gehabt hätten. Im Laufe der Beobachtung war die tägliche Ermüdung der Beobachter durch das Auf- und Absteigen zwischen den beiden Stationen nicht unbeträchtlich, wie man sich leicht vorstellen wird, wenn man überlegt, dafs es eben so viel war, als ob man in einem Brunnen $3\frac{1}{2}$ Mal so tief als die Höhe von St. Paul beträgt, auf Leitern auf- und abkletterte. Hiezu kam noch ein 6 bis 8stündiger Aufenthalt auf dem Grunde der Mine, in Feuchtigkeit und Schmutz, und in feuchter und schmutziger Kleidung. Es schien jedoch nicht, dafs irgend einer dieser Umstände unsre Arbeit am glücklichen Erfolge behindern konnte. Die Feuchtigkeit des Ortes, obschon sie den Gang der Uhr zu afficiren schien, hemmte ihn doch nicht; und die häufigen Explosionen beim Sprengen des Gesteins, die durch den soliden Felsen hindurchschallten und Luftstöfse durch die Oeffnungen der Thür unserer unterirdischen Kammer hervorbrachten, schienen nicht leicht die Regelmäfsigkeit der Pendelschwingungen zu unterbrechen. Die Hauptschwierigkeit, die wirklich fühlbar wurde, war die, die Chronometer von einer Station zur andern auf eine so sichere Weise zu bringen, dafs die Genauigkeit ihres Ganges dadurch nicht gestört wurde. Die An- und Ausfahrt war fast unvermeidlich sehr beschwerlich, indem beim Durchgang durch enge Passagen und Oeffnungen, die von einer Leiter zur andern führten, es für die Person, welche die Zeithalter trug, unmöglich war, jeden

Stofs

Digitized by Google

Stofs und jede Collision zu vermeiden; bei einer oder zwei Gelegenheiten waren daher von einigen derselben die Gläser zerbrochen. Bei jeder Beobachtungsreihe des ersten Experiments war diefs, ob vermeidlich oder nicht, die schwache Seite: und die Vergleichung der beiden Uhren, mittelst der verschiedenen Chronometer, anstatt bis auf den Bruch einer Secunde täglich übereinzustimmen, wie es zu hoffen war, differirte oft um mehrere Secunden, — und das warf eine Unsicherheit auf das ganze Resultat. Als man diese Irregularitäten bemerkt hatte, wurde ein Versuch gemacht, ihnen abzuhelfen, indem man die Zeit abkürzte, für welche man sich auf die Chronometer verlassen hatte. Diese wurden nun allein zur Vergleichung der Uhren bei Anfang und Ende jeder Beobachtung gebraucht und hinaufgeschickt, sobald als sie beim Beginnen der Beobachtung mit der unteren Uhr verglichen waren, und umgekehrt hinabgesendet, um unmittelbar vor Ende des Tageswerks verglichen zu werden. Die so vermehrte Arbeit ward durch einen höheren Grad von Genauigkeit belohnt, doch waren die Abweichungen immer noch gröfser wünschenswerth; vielleicht wäre aber irgend eine andere Vorsicht angewandt worden, wenn nicht ein unglücklicher Zufall dem Experiment ein Ende gemacht hätte.

In Uebereinstimmung mit der bei diesem Geschäft angewandten Methode mufsten die beiden abgesonderten Pendel, die zur Unterscheidung, nach den Namen ihrer früheren Besitzer Hall und Foster heifsen mögen, wechselsweise oben und unten gebraucht werden. Zuerst war Hall unten und Foster oben, und die Beobachtungen, welche 4 Tage hinter einander wiederholt wurden, führten übereinstimmend zu dem Resultat, dafs ersteres über das letztere ungefähr 79 Secunden täglich gewann. Die Pendel wurden nun vertauscht, nnd es schien, dafs Hall an der Oberfläche über Foster, unten etwa 71 Secunden täglich gewann; der erstere wurde also durch diese

Digitized by Google

Veränderung des Orts retardirt, der zweite accelerirt, so dafs der Zuwachs der Schwere an der untern Station der halben Differenz der obigen Quantitäten, oder 4 Secunden täglich, gleich ist.

Der zunächst versuchte Schritt war nun, das Pendel Foster an die Oberfläche zu bringen, um sich zu versichern, dafs es, während der vorhergegangenen Operationen seinen Gang nicht geändert habe, und dieser Schritt führte die Endkatastrophe des ersten Experiments herbei. Die Pendelbüchse (*pendulumbox*) war, in drei Futterale gepackt, abgesendet, und durch einen fast senkrechten Schacht von 1200 Fufs Tiefe durch Menschen- und Pferdekraft hinaufgezogen worden. Dessen ungeachtet bot der Eimer, der alles enthalten hatte, als er oben ankam, den erwartenden Augen des Hrn. Airy nur ein wenig — rauchende Asche dar. Durch irgend einen unerklärlichen Zufall, vielleicht durch eine Lichtschnuppe, die auf leicht fangende Materialien fiel, war diefs Pendel, welches den Gefahren der Nordwestpassage entronnen war, und späterhin bei Port Bowen geschwungen hatte, nun wahrscheinlich in eine senkrechte Tiefe von 1000 Fufs hinabgestürzt.

Da die Berichtigung der Pendel auf diese Weise unmöglich wurde, so mufsten nothwendig die Ergebnisse dieser Versuche als sehr unvollkommen gelungen angesehen werden. So weit als sie auf Vertrauen Anspruch machen konnten, strebten sie, der Erde eine weit gröfsere Dichtigkeit beizulegen, als die vorhergegangenen Untersuchungen gegeben hatten. Eine Beschleunigung von 4 Secunden in der Tiefe von 1200 Fufs oder $\frac{1}{17410}$ des Erdhalbmessers *) würde einer mittleren Dichtigkeit 7,73

*) In der von mir in dem früheren Aufsatze gegebenen Berechnung, S. 455., die leider durch zwei unverzeihliche Druckfehler entstellt ist (indem Z. 7. v. u. zu lesen ist: 190,77 Toisen, und Z. 9. v. u. 3265199,2 *Toisen*) hatte ich nach dem Philos. Magazin die Tiefe des Schachts =1220 angenommen, für den Erd-

Digitized by Google

Mal so grofs als die der oberen Schichten, oder ungefähr 20 Mal der des Wassers entsprechen; eine Dichtigkeit gröfser als die des schwersten Metalls. Um die Resultate der Versuche des Dr. Hutton zu bestätigen, hätte unter diesen Umständen die Beschleunigung 2 Secunden täglich betragen sollen, eine Differenz in der beobachteten Gröfse, welche kaum vorausgesetzt werden kann, ohne anzunehmen, dafs sich die Pendel verändert hätten; uud diefs ist eine Quelle des Irrthums, von der man diese Methode in allen Fällen für frei gehalten hat.

Es ist der Mühe Werth zu bemerken, dafs, wenn die Acceleration an der untern Station ausgemacht ist, wie es scheint, keine beträchtliche Ungewifsheit über die mittlere Dichtigkeit der Erde obwalten kann. Man könnte vielleicht im ersten Augenblick denken, dafs die Möglichkeit, einer irregulären Vertheilung der dichteren Materien des Erdkörpers unser Raisonnement zweifelhaft mache; man mufs aber überlegen, dafs, wenn die Erde in der Vertheilung ihrer Materialien von der Regelmäfsigkeit bedeutend abweicht, diese Anomalie an der Oberfläche ihren gröfsten Werth erreichen müfste, was nicht der Fall zu seyn scheint. Auch scheint kein Grund vorhanden zu seyn, zu vermuthen, dafs diese Kraft eine (engl.) Viertelmeile unter dem Meeresspiegel irregulärer seyn sollte, als an der Oberfläche selbst *). Daher ist

radius rechnete ich 20880261,3 Fufs engl. Dann also war die Tiefe $\frac{1}{1715}$ Erdhalbmesser. Im obigen ist der Erdhalbmesser zu 20892000 Fufs angenommen, was schwerlich so genau ist, wie meine Angabe. D. Uebers.

*) Aus diesen Worten könnte man schliefsen, dafs der untere Beobachtungsort wirklich unter dem Spiegel des Meeres liegt, worüber sich weiter keine Angabe in dem Bericht findet. So viel Vertrauen, wie die Verf., kann ich übrigens der Methode bei der Bestimmung der Erddichtigkeit nicht schenken. Es ist mir wohl bekannt, dafs aus Laplace's Untersuchungen folgt: 1) dafs die nach dem Mittelpunkt zu an Dichtigkeit wachsenden Schichten fast ganz genau regelmäfsig um den Schwerpunkt des

Digitized by

es so wahrscheinlich, als es nur immer durch eine allgemeine Schlufsfolge werden kann, dafs, wenn man Experimente dieser Art in verschiedenen Tiefen und in entfernten Ländern anstellte, sie, so weit als sie genau wären, dasselbe Resultat geben würden.

Die Personen, welche dieses erste Experiment leiteten, waren beide so vollkommen von der Ausführbarkeit und dem Werthe dieser Methode überzeugt, dafs sie beschlossen, sobald als es in ihrer Gewalt stände, die Unternehmung zu erneuern; auch richteten sie ihr Augenmerk wieder auf dieselbe Mine, indem sie gefunden hatten, dafs sie alle gesuchte Erfordernisse vereinigte, und ihnen bekannt war, dafs sie auf die regste uud thätigste Theilnahme aller der Personen rechnen durften, welche mit diesem Bergwerk in Verbindung standen.

Zwei Jahre nachher kehrten sie zu ihrer Aufgabe zurück, nachdem sie jedoch in verschiedenen Beziehungen den ersten Plan ihrer Operationen abgeändert hatten. Wie erwähnt worden ist, bestand eine hauptsächliche Unvollkommenheit darin, dafs die Vergleichung der Uhren zu Anfang und Ende jeder Beobachtung nicht so genau

Erdsphäroids gelagert sind; 2) dafs die Tiefe des Meeres ein kleiner Bruch von der Differenz der beiden Erdaxen ist; 3) dafs die Unregelmäfsigkeiten der Erde eine geringe Tiefe haben. Allein ich mufs wiederholt fragen: ob man bei der Schätzung der mittleren Dichtigkeit der obersten Schichten, wenn man sich nur wenig hundert Fufs unter der Oberfläche des Meeres befindet, das specif. Gewicht des Meerwassers so unbedingt hinweglassen kann. Dafs die Theilchen desselben eben so gut eine anziehende Wirkung äufsern, wie die des festen Landes, kann wohl niemand einfallen zu bezweifeln. Ich sehe daher nicht den geringsten Grund, es aus dem Mittel der specif. Dichtigkeit der obersten Schichten wegzulassen. So lange man aber über diesen Punkt noch nicht gewifs ist, bleibt die Bestimmung unsicher. Anders mag es sich verhalten, wenn man aus dem Druck der Schichten auf einander die muthmafsliche Dichtigkeit des Erdkerns zu berechnen sucht. Hier bleibt das Meer als ein kleiner Bruch ganz hinweg. D. Uebers.

Digitized by Google

war, als man wünschen mochte. Ein Mittel, das sich zur Abhülfe dieses Mangels darbot, war: die Beobachtung für eine weit längere Zeit fortzusetzen. Ein Fehler von einer Secunde Vorsprung war ein beträchtlicher Theil von 5 bis 6 Stunden, wurde aber vergleichsweise unbedeutend, wenn die beiden Pendel an der Oberfläche und auf dem Grunde der Mine eben so viele Tage und Nächte ohne Unterbrechung beobachtet werden konnten. Diese Weise zu experimentiren wäre jedoch unmöglich geworden, wenn die Unternehmer nicht durch andere Personen, welche sich ebenfalls für die Sache interessirten, verstärkt worden wären. Hr. Sheepshanks, ebenfalls Mitglied des Trinitätcollegiums, gesellte sich zu ihnen und brachte zu ihren Hülfsmitteln mehrere vortreffliche astronomische Instrumente hinzu, mit welchen er sich Hülfsbeobachtungen unterzog; auch zwei Studenten der Universität, Hr. W. Airy vom Trinitäts- und Hr. Jackson vom Cajus-Collegium hatten ihren Beistand angeboten, und so bildete sich eine hinreichend zahlreiche Gesellschaft für die fortgesetzten Operationen an beiden Stationen.

Eine andere Abweichung von der früheren Anordnung war, dafs die Pendel, anstatt sie zwischen den oberen und unteren Punkten zu verwechseln, unmittelbar mit einander verglichen wurden, bevor und nachdem man das eine von ihnen hinunter geschickt hatte. Diefs geschah dadurch leicht, dafs man zwei kleine Ritzen auf das Ende des schneller gehenden Pendels eingrub, bis sie glänzend waren, und diese Ritzen statt der Ränder der weifsen Scheibe gebrauchte, welche bei der gewöhnlichen Beobachtungsweise an dem Pendel der Uhr angebracht wird (*This was easily done by scraping two small specks on the tail of the quicker pendulum, till they were bright; and using these specks for the edges of the white disk, which is placed on the clock pendulum in the usual form of the observa-*

tion). Mehrere unbedeutendere Abänderungen des gewöhnlichen Apparats, hinsichtlich der Form und Construction der Scheibe, des Diaphragma's, des Bogens etc., brauchen hier nicht näher angegeben zu werden.

Mit den vorher erwähnten erforderlichen Instrumenten von der Königl. Societät und dem Längenbüreau unterstützt, versammelten sich die Beobachter zu Dolcoath im Juli 1828. Sie verglichen ihre zwei Pendel an der oberen Station zwei bis drei Tage, schafften dann eins derselben in die unterirdische Kammer und fingen nun ihre lange Beobachtung an. Die Pendel wurden, nur mit den unumgänglichen Unterbrechungen, immer in Schwingung erhalten von Montag früh, den 21. Juli, bis den darauf folgenden Sonnabend Nachmittags. Die unterirdischen Beobachter gingen auf ihre Station respective jeden Tag früh 6, Nachmittags 2 und Abends 10 Uhr. Jeder von ihnen fand das Pendel schwingend, machte die Beobachtungen, welche erfordert wurden, um eine Reihe seiner Schwingungen zu schliefsen, setzte es von Neuem in Bewegung und beobachtete es ungefähr drei Stunden; dann hielt er es wieder an und setzte es von Neuem in Bewegung, um den Anfang zu einer Beobachtungsreihe zu machen, die sein Nachfolger beschlofs. Das obere Pendel ward durch Hrn. Sheepshanks beobachtet, der während der Nacht und zu andern Zeiten gelegentlich durch diejenigen von den Beobachtern unterstützt wurde, die nicht beschäftigt waren. Die Vergleichung der Uhren und Chronometer, obgleich theoretisch nur zu Anfang und Ende der ganzen Beobachtung erfordert, wurden jeden Tag von Hrn. Airy unten, und von ihm und Hrn. Sheepshanks an der Oberfläche angestellt.

Nachdem die Beobachtung auf diese Weise beendigt worden war, wurde das untere Pendel zu Tage gebracht. Nach dem Unfalle, der sich bei der früheren Operation ereignet hatte, war jetzt Sorge getragen, die zarteren Theile des Apparats, die Uhr und das Pendel

Digitized by Google

durch zwei Männer geleiten zu lassen, die an dasselbe Seil befestigt waren. Diejenigen, welche auf der unteren Station die Auffahrt dieser Gruppe von Menschen und Gepäck sahen, werden nicht leicht den malerischen Anblick vergessen, als sie langsam schwankend aufstieg, bis sie zuletzt in der Dunkelheit und zwischen den hervorragenden Felsmassen verschwand.

Das Pendel Sabine (so hiefs das untere nach Capitain Sabine's früher damit angestellten Versuchen) wurde nun wieder mit dem obern Pendel (Brisbane) verglichen, um sich zu versichern, dafs es keine Veränderung erlitten habe. Das erste Resultat dieser Prüfung machte nicht wenig Eindruck, da es schien, dafs das Intervall zwischen zwei Coincidenzen der beiden Pendel nicht mehr dasselbe war, als bevor man es in die Grube gebracht hatte. Anstatt 20 Minuten 20 Secunden, wie zuvor, ergab es sich, dafs dieses Intervall jetzt nur 20 Minuten 8 Secunden, oder noch weniger betrug. Diese Veränderung schien durch eine Veränderlichkeit des Apparats veranlafst zu seyn, welche das ganze Experiment fehlerhaft machen mufste. Eine strengere Untersuchung machte es wahrscheinlich, dafs diese Differenz von einer Unsicherheit in der Aufstellung und Ungenauigkeit in Placirung des Pendels herrühre, und so ward sie durch Beseitigung dieser Mängel vor der Hand so ziemlich hinweggeschafft.

Die Haltbarkeit der mit demselben gemachten Experimente konnte allein durch eine Reihe von Berechnungen bestätigt werden, die mehrere Tage beschäftigten. Durch diese Rechnung gewann man die Einsicht, dafs die ersten drei Tage sehr wohl mit einander übereinstimmten und grofse Hoffnung machten, dafs man seinen Zweck vollständig erreicht habe. Die Beschleunigung des Pendels an der untern Station beträgt, wie hieraus erhellt, etwa zwei Secunden täglich. Als man aber zu den Berechnungen der letzten zwei Tage überging, hatten

Digitized by Google

die Beobachter den Verdruſs, eine Verschiedenheit zu finden, die ganz unerwartet und völlig unerklärbar war. Diese Tage schienen eine Beschleunigung etwa doppelt so groſs als die andern zu geben. Und dieser Widerspruch war um so unwillkommner, je mehr andererseits der Prozeſs offenbar eine seltene Vollständigkeit besaſs. Die Vergleichung der Uhren, die wir schon erwähnt, die schwache Seite des ersteren Experiments war, genügte in diesem vollkommen; die acht Chronometer stimmten kaum mit irgend einer Ausnahme, bis auf die Kleinigkeit von $\frac{3}{10}$ Secunden, und, mit sehr seltenen Ausnahmen, mit einem noch viel höheren Grade von Genauigkeit zusammen. Diejenigen, welche mit astronomischen Beobachtungen umgehen, werden bemerken, daſs diese Genauigkeit, obschon unbezweifelt erreichbar, doch höchst genugthuend ist *). Es schien daher, daſs nichts als eine Veränderung im Pendel selbst von diesem Fehler Rechenschaft geben könne, und die Beobachter waren unwiderstehlich veranlaſst, zu schlieſsen, daſs der Theil der Maschinerie, der in allen ähnlichen Fällen als untrüglich angenommen worden ist, bei diesem Pendel fehlerhaft oder defect war. Als einziger Weg blieb daher übrig, durch geduldige Untersuchung auszumitteln, wo der Sitz dieser Unvollkommenheit sey, und wie ihr abgeholfen werden könne. Die Beobachtungen, welche zu diesem

*) Die acht tragbaren Chronometer gingen nach Sonnenzeit, und machten 5 Schläge in 2 Secunden. Diese wurden mit den Uhren nicht unmittelbar, sondern durch Vermittelung eines Sternchronometers, das halbe Secunden schlug, an jeder Station verglichen. Dieſs geschah in der Absicht, um die Vergleichung durch Coincidenzen der Schläge zu machen. Wenn einer von den Schlägen des tragbaren Chronometers mit einem der Sternchronometer einmal in 360 Secunden coincidirte, so würde eine Ungewiſsheit von 6 Secunden in dieser Coincidenz (welches mehr beträgt als unvermeidlich ist) die Vergleichung nur um $\frac{1}{60}$ einer Secunde afficirt haben. Das Sternchronometer ward mit den Uhren auf dieselbe Weise verglichen. D. Verf.

Digitized by Google

Zwecke währen der ersten 14 Tage des August's angestellt wurden, führten zu verschiedenen merkwürdigen Resultaten. Es zeigte sich bald, dafs die relativen Verhältnisse der Pendel keineswegs so fest waren, wie man nach der bisher allgemein hierüber verbreiteten Meinung hätte erwarten sollen. Eine Ursache irgend einer Unregelmäfsigkeit schien in einem wechselseitigen Einflusse, den die Pendel auf einander ausübten, zu liegen; denn in einigen Fällen wurde der Bogen, durch welchen das Pendel Sabine schwang, nachdem er sich abwärts bis zu einer kleinen Amplitude vermindert hatte, einige Zeit constant, und wuchs dann wieder. Es ist leicht zu begreifen, dafs ein gegenseitiger Einflufs dieser Art sich in langen Cyklen von Veränderungen von selbst zeigen müfste, gleich denjenigen, welche die Planeten auf ihre gegenseitigen Bewegungen äufsern. Diese Ursache von Irrthum ward, sobald sie bemerkt wurde, dadurch beseitigt, dafs man zwischen den beiden Pendeln ein Brett befestigte, so dafs jede durch das eine erregte Bewegung der Luft verhindert wurde, das andere zu erreichen.

Es fand sich, dafs das Pendel Sabine, welches am meisten unerklärlichen Veränderungen unterworfen zu seyn schien, in seinem Gange durch kleine Verrückungen in der Lage der stählernen Zapfen, in welchen es hing, gegen die Agatplatte, auf denen diese ruhen, gestört wurde. Diefs beweist folglich, dafs es dem Künstler nicht gelang, die Platten vollkommen eben und die Schneiden vollkommen gerade zu verfertigen, und diefs offenbarte sich auch bei einer sorgfältigen Besichtigung der Schneiden, wenn sie auf den Platten ruhten. Hr. Airy, der daher seine Aufmerksamkeit darauf lenkte, diejenige Form der Schneiden und Platten zu entdecken, die dem Phänomen entspräche, und der über diesen Punkt in's Reine gekommen war, sagte voraus, dafs das Intervall der Coincidencen durch Umkehrung der Seiten des Pendels beträchtlich verkürzt werden würde. Der Erfolg be-

Digitized by

stätigte diese Vorhersagung, und mit diesem neuen Lichte über den Gegenstand hielten sich die Beobachter für geschickt, richtige Resultate mit ihrem, wenn gleich nicht vollkommenen, Apparate zu erhalten, und beschlossen daher, das Pendel wieder nach der unteren Station zu schicken.

Aber in der Zwischenzeit hatte sich ein Ereignifs begeben, welches das Experiment abzukürzen oder seine weitere Verfolgung unmöglich zu machen drohte. Das war nichts anderes, als das Herabsinken einer grofsen Masse der Schicht, in welcher sich die Werke der Mine befanden. Ein unterirdischer Theil des Felsens, wahrscheinlich vielmal so grofs als die Westmünsterabtei, hatte sich so weit von dem übrigen losgerissen, dafs er unfähig war, sich zu halten; und obschon die Gefahr nicht unvorhergesehen war, und nicht weniger als 100000 Tonnen Steine in die Kluft geworfen worden waren, um die Masse zu stützen, so verbreitete sich doch am 8. August, als man bemerkte, dafs sie sich bewege, grofses Schrekken und Verwirrung durch die Mine. Die Bewegung betrug nur wenige Zolle, vorzüglich in Folge der klugen Vorkehrungen, die man getroffen hatte; diefs reichte aber hin, Balken von dem stärksten Zimmerholz wie Ruthen in Stücke zu brechen, und namentlich die Pumpen, die sich von dem obersten Punkte bis auf den Grund der Mine in einer Linie herabzogen, die durch einen Theil dieser sinkenden Masse ging, zu verstopfen. Durch diesen Zufall wurde namentlich die grofse Maschine, welche unaufhörlich Wasser aus dem Bergwerk leitet und dessen Anhäufung verhindert, zum Stillstand genöthigt, und das Wasser begann nun sogleich in den unteren Wacken anzuschwellen. Die Höhle zu den Versuchen war in einiger Höhe über der gewöhnlichen Oberfläche des Wassers in der Mine gewählt worden, um bei irgend einer zufälligen Verstopfung der Maschine gesichert zu seyn; in diesem Falle aber schienen, selbst unter den

Digitized by Google

günstigsten Voraussetzungen, mehrere Wochen erforderlich, bevor die Pumpen wieder in Thätigkeit gesetzt werden konnten, und in der Zwischenzeit war es schlechterdings unmöglich zu verhüten, dafs die untere Station viele Faden tief mit Wasser bedeckt wurde. Es war daher wichtig, wenn man die Experimente wiederholen wollte, vor dem allmähligen Steigen des Wassers einen Vorsprung zu nehmen, welches, wie man urtheilte, die untere Station noch einige Tage offen lassen würde. Das Pendel Sabine ward daher den 16. August hinabgesenkt, und die frühere Weise fortwährender Beobachtungen ward den folgenden Tag angefangen.

Es war ein glücklicher Umstand für die Ausführung dieses Experiments, dafs die Vergleichung der Uhren durch die Chronometer so genau befunden worden war; diefs machte es fast überflüssig, die Beobachtungen so auszudehnen, wie das erste Mal, und liefsen 2 bis 3 Tage als eine hinlängliche Zeit betrachten.

Der Punkt, auf welchen die Beobachter während dieser Observation vornehmlich ihre Aufmerksamkeit richteten, war die Lage der Stahlschneiden auf ihrer Unterlage; man hielt sich für überzeugt, dafs, so lange diese Lage, soviel man bemerkte, dieselbe blieb, die Schwingungszeit, ungeachtet der fehlerhaften Form der Schneiden, dieselbe bleiben mufste.

Während dieses dritten Versuchs, wie er heifsen mag, machte Hr. Sheepshanks in der Art der Erleuchtung des Apparats an der obern Station eine Verbesserung, die mehr Folgen hatte, als man auf den ersten Anblick erwarten sollte. Aus verschiedenen Gründen waren alle Beobachtungen bei Lampenlicht gemacht worden, und aus Besorgnifs, die äufsere Temperatur abzuschliefsen, wurde der Raum so fest verschlossen, dafs die Lampen eine beträchtliche, ungleich vertheilte Wärme hervorbrachten. Diefs war eine nicht unbedeutende Quelle eines möglichen Irrthums; denn die Expansion der Pen-

Digitized by Google

del durch Wärme war so beschaffen, dafs drei Grad Fahrenheit ihren Gang um mehr als eine Secunde täglich änderten. Eine Verschiedenheit oder ein partialer Einflufs dieser Art könnte, unberücksichtigt, bei so feinen Versuchen leicht einen Fehler hervorbringen, der die gesuchte Gröfse wesentlich afficirte. Es wurde daher in der Beobachtungshütte ein Verschlag gemacht, und dem Lichte nur verstattet, durch eine Oeffnung in der Wand zu scheinen, und so wurde die Temperatur in dem Pendelraume so gleichförmig und gemäfsigt, als man wünschen konnte, und nahe dieselbe wie an der untern Station.

Unter diesen Umständen wurden die Beobachtungen 79 Stunden fortgesetzt, worauf man es für rathsam hielt, das Pendel hinaufzuziehen, indem das Wasser von der Zeit des Unfalls an über 100 Fufs und bis auf 14 Fufs unter der unteren Station angeschwollen war. Die untere Uhr und das Pendel verliefsen die Höhle zum letzten Male den 19. August, und im Laufe von wenig Tagen war der Platz unter Wasser.

Die Berechnungen dieses letzten Experiments waren nun durchgeführt, und es fand sich, dafs, trotz aller angewandten Sorgfalt, die Beobachtungen des letzten Tages mit denen der beiden ersten unvereinbar waren. Das Intervall des Pendels Sabine mit der Uhr wuchs von 10 Minuten 20 Secunden mit verschiedenen Unregelmäfsigkeiten bis auf 10 Minuten 29 Secunden, und der Gang der untern Uhr, obschon auch sie, in Vergleich mit der andern Uhr und dem andern Pendel, Veränderungen erlitten zu haben schien, füllte nicht die Differenz aus, die für diese Variation berechnet wurde. Der Schlufs, zu dem daher die Experimentatoren unabweislich gezwungen wurden, war, dafs, bei der angewandten Sorgfalt und Aufmerksamkeit, das Pendel kein Vertrauen verdiene.

Wenn dieser Schlufs noch zweifelhaft scheinen konnte, so wurde er vollständig durch die Beobachtungen bestätigt, die mit diesem Pendel gemacht wurden, nachdem es

Digitized by Google

zu Tage gebracht worden war. Sein Intervall mit dem Pendel Brisbane variirte, ohne angebliche Ursache, zwischen 20 Min. 24 Sec. und 20 Min. 17. Sec. Dann rückte es wieder von 20 Min. 20 Sec. auf 20 Min. 29 Sec., und endlich, *während einer Reihe* von Schwingungen, ohne dafs es berührt oder sichtbar gestört wurde, änderte es sein Intervall von 20 Min. 25 Sec. zu 20 Min. 13 Sec., 20 Min. 12 Sec., und zuletzt 20 Min. 3 Sec. Obschon es schwer seyn mag, von diesen aufserordentlichen Anomalien vollständig Rechenschaft zu geben, so machen sie doch offenbar völlig unmöglich, über die Experimente so zu reflectiren, als wenn das Pendel als ein *unveränderliches* betrachtet werden könnte. Mag es nun, durch Berücksichtigung aller Umstände dieses Falls, möglich seyn oder nicht, die wahrscheinliche Beschleunigung des Pendels durch den Zuwachs der Schwere an der untern Station auszumitteln, so wird doch gewifs dazu eine scrupulöse Prüfung der Beobachtungsregister erfordert.

Nach Beendigung dieser Untersuchung wird wahrscheinlich das Resultat der Welt vorgelegt werden.

Es kann jedoch bei allen, welche irgend Antheil an wissenschaftlicher Wahrheit nehmen, nur ein Gegenstand grofsen Bedauerns seyn, dafs dieser Versuch, ein wichtiges Element in der Kenntnifs des Universums zu berichtigen, durch diesen materiellen und bisher nicht gemuthmafsten Fehler in der angewandten Maschinerie, vereitelt wurde. In jeder andern Hinsicht scheint die Methode vollkommen gewesen und mit sehr gutem Erfolge angewandt worden zu seyn. Durch die Länge der ununterbrochenen Beobachtung würde die gesuchte Gröfse so vervielfältigt worden seyn, dafs ein seltener Grad von Genauigkeit erwartet werden mochte. Die ganzen 127 Stunden des zweiten Experiments und die 79 des dritten konnten fast als eine stetige Reihe von Schwingungen angesehen werden. Im letzteren Falle hatten 482 Coincidenzen des Pendels und der Uhr an der Oberfläche,

Digitized by Google

und 409 bei denen in der Grube Raum. Für jedes der Intervalle dieser Coincidenzen verlor das Pendel 2 Schwingungen an die Uhr. Daher wurden während dieser Zeit die Pendel wirklich als um die ziemlich grofsen Quantitäten von 962 und 816 Schwingungen langsamer gehend als die Uhren beobachtet. Wäre ihr Gang während der Beobachtungszeit ununterbrochen gewesen, so wären diese Gröfsen bei demselben Gange beziehungsweise = 1000 und 902 Oscillationen geworden. Während dieser Zeit verlor die untere Uhr an die obern 567 Schwingungen. Daher verlor das untere Pendel an das obere 469 Schwingungen, an die obere Uhr 1469 Oscillationen. Nehmen wir nun das Intervall der Coincidenzen der beiden Pendel zu 20 Min. 20 Sec. an, so ist die Zahl der in 79 Stunden vom Sabine gewonnenen Schwingungen, beide an der Oberfläche beobachtet, 462. Die Zahl der in dieser Zeit durch den Zuwachs der Schwere an der unteren Station gewonnenen ist daher 7, was ein wenig mehr als 2 Secunden auf den Tag beträgt, und einer Dichtigkeit $2\frac{1}{2}$ Mal so grofs als die der oberen Schichten, oder etwa 6 Mal der des Wassers entspricht. Aber die Ungewifsheit in dem Werthe des letzten Elements dieser Rechnung und in der Regularität des andern beraubt uns der Vortheile, welche uns sonst aus der grofsen Menge der beobachteten Zahlen zufliefsen müfsten.

Vor der Hand mufs daher das genaue Resultat dieses Versuchs als ungewifs betrachtet werden; und der Werth desselben steht in jeder Hinsicht unter demjenigen, welchen man mit Grund zu erhalten hoffen dürfte. So viel scheint jedoch klar, dafs, wenn sich Pendel finden lassen, die wirklich unveränderlich sind, kein anderer Weg, die Masse der Erde und alle die Gröfsen, die von diesem Datum abhängen, zu erforschen, so genau seyn kann (?). Eine unterirdische Station gewährt gleichsam den Unterstützungspunkt, mittelst dessen man die grofse Erdmasse gegen ihre oberen Schichten abwägt. Eben so bietet uns die Länge des Jahres und die Entfernung der Sonne die Mittel dar, diese Masse gegen die der Sonne abzuwägen, indefs die Erscheinungen der Ebbe und Fluth und der Mondnutation und die verschiedenen Ungleichheiten, welche die Planeten durch ihre Anziehungen in der Bewegung der Erde und der ihrigen hervorbringen, wiederum gleichsam die Scalen an die Hand

Digitized by Google

geben, nach welchen wir alle die andern Sphären, aus denen unser Sonnensystem besteht, mit derjenigen, auf der wir leben, zu balanciren und zu vergleichen haben. Um diese Resultate zu erhalten, mag es der Mühe werth seyn, das Experiment von Dolcoath nicht an Einem Orte allein, sondern an mehreren und in verschiedenen Ländern anzustellen, und wenn die Ursachen der Vereitelung, die man in dem gegenwärtigen Falle erfahren mufste, vollständig entdeckt und beseitigt seyn werden, so ist dieser Gegenstand wohl der Aufmerksamkeit derjenigen werth, die sich zu solchen Dingen berufen fühlen und Zeit und Gelegenheit haben, sich ihnen zu widmen.

III. *Baily's unveränderliches Pendel.*

Die Gröfse der Schwerkraft an den verschiedenen Punkten der Erdoberfläche, diefs wichtige Hülfselement zur Bestimmung der Gestalt derselben, läfst sich bekanntlich auf zweierlei Weisen ausmitteln. Entweder bestimmt man nach einer der üblichen Methoden die Länge des einfachen Pendels, dessen unendlich kleine Schwingungen im Vacuo und bei constanter Temperatur eine festgesetzte Dauer besitzen, durch unmittelbare Messung an jedem einzelnen Orte; oder man vollzieht diese mühsame Operation nur an einem, und erspart sich dieselben für alle übrigen dadurch, dafs man ein einfach construirtes Pendel, dessen Länge man nach gemachter Correction wegen des Einflusses der Temperatur als unveränderlich ansehen kann, nach einander an sämmtlichen Orten schwingen läfst, und daraus die Anzahl der daselbst unter den obigen Bedingungen in einer bestimmten Zeit gemachten unendlich kleinen Schwingungen berechnet. Aus der am ersten Orte gemessenen Pendellänge und dem Satze, dafs sich, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, die Quadrate der Schwingungszahlen wie die Intensitäten der Schwere verhalteu, ergiebt sich dann die Lösung des Problems. Diefs letztere Verfahren wird bekanntlich wegen seiner, besonders für Reisende, leichteren Ausführbarkeit gegenwärtig allgemein angewandt, und hat durch die Verkollkommnung aller dazu erforderlichen Apparate einen hohen Grad von Genauigkeit erreicht. Eine neue Stufe der Vollkommenheit hat dasselbe neuerlich durch Hrn. Baily erhalten. Auf seine Veranlassung ist nämlich der Capitain Foster zum

Digitized by

Behufe seiner gegenwärtigen Expedition nach den antarctischen Regionen, statt der unveränderlichen Pendel von gewöhnlicher Construction, mit zwei Reversionspendeln ausgerüstet worden. Wie bekannt beruht die Einrichtung dieser Pendel, die von Bohnenberger*) und von Kater erfunden und von letzterem zuerst in Anwendung gebracht worden sind, auf dem von Huygens aufgefundenen Satze, dafs sich bei einem Pendel der Aufhängepunkt und der Mittelpunkt des Schwunges, ohne Aenderung der Schwingungszeit, gegenseitig vertauschen lassen; und es sind dem zufolge nahe an den Enden einer Metallstange zwei Schneiden befestigt, die, nachdem jene Punkte durch Verschiebung eines Laufgewichts, also durch Verrückung des Schwerpunkts vom ganzen System, mit ihnen in Coïncidenz gebracht sind (wie sich diefs aus der gleichen Dauer der successiv auf beiden Schneiden gemachten Schwingungen ergiebt), durch ihren gegenseitigen Abstand die Länge des einfachen Pendels, welches dem zusammengesetzten entspricht, ohne weitere Rechnung finden lassen. Eine ähnliche aber etwas einfachere Einrichtung besitzen die Baily'schen Pendel. Sie bestehen nämlich aus einer vierkantigen Stange, bei dem einen von Kupfer bei dem andern von Eisen, die 2 engl. Zoll breit, $\frac{3}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll dick und $62\frac{1}{4}$ Zoll lang ist. 5 Zoll von einem Ende der Stange befindet sich die Schneide eines dreiseitigen Prisma's, und, 39,3 Zoll davon entfernt, die eines andern gleichen Prisma's. Dieser Abstand ist deshalb zu 39,3 Z. genommen, damit das Pendel nach 15 Minuten mit dem Pendel einer astronomischen Uhr coincidire. Die Ajustirung wird dadurch bewirkt, dafs man von dem Ende der Stange, welches jenseits der zweiten Schneide liegt, so viel mit einer Feile wegnimmt, bis die Schwingungen auf beiden Schneiden, nach gehöriger Correction, von gleicher Dauer sind. Da man hiebei leicht zu viel abnehmen kann, so ist in dasselbe Ende der Stange ein Loch gebohrt, in welches eine Schraube pafst. Durch Anbringung eines Bleiplättchen unter diese, läfst sich dann die Ajustirung auf die erforderliche Genauigkeit bringen. Die Einfachheit der Construction und der Umstand, dafs sich jede Verletzung sogleich durch eine Verschiedenheit in der Zahl der auf beiden Axen gemachten Schwingungen zu erkennen giebt, sind wesentliche Vorzüge dieses Pendels.

*) Würtemb. Abhandl. Bd. I. S. 1.

Digitized by Google

IV. *Ueber die vom Hrn. Dr. Wirth in Erlangen beobachtete Bewegung schwimmender Körpertheilchen auf der Oberfläche des ruhigen Wassers; von Dr. E. F. August, Director und Professor des Cölnischen Real-Gymnasiums zu Berlin.*

Der Versuch, den Hr. Dr. Wirth mit zwölf Abänderungen in Kastner's Archiv für Naturkunde, Bd. XIII. S. 167., beschreibt, ist der Hauptsache nach folgender.

»In ein flaches Gefäfs von beliebigem Stoffe (so lesen wir a. a. O.) giefse man reines Wasser, dessen Oberfläche mit feinen Körpertheilchen, die nicht Wasser einsaugen, sparsam bestreut werde. Ueber den Rand des Gefäfses lege man einen dünnen, nicht leicht biegsamen Stab von beliebigem Stoff, am bequemsten von Metall. An der Mitte des Stabes befestige man mittelst eines Fadens eine bleierne Kugel von ungefähr $\frac{1}{3}$ Zoll Durchmesser. Der Abstand des Aufhängepunktes der Kugel sei dem Wasserspiegel möglichst nahe, aber ohne ihn zu berühren. Statt der Bleikugel kann ein gediegenes Sphäroid aus einem beliebigen anderen Metall angewendet werden.«

»Man sitze nun an einem festen Tische und habe das Gefäfs mit der Bleikugel gerade vor sich; so dafs der Stab mit der Brustfläche beinahe parallel ist. So lange der Beobachter bei möglichst verticaler Haltung des Oberleibes die Hände entfernt von der Vorrichtung hält, wird er keine Bewegung der schwimmenden Körperchen wahrnehmen. Sitzend, bei verticaler Haltung des Oberleibes, nähere man nun beide Hände dem Aufhängepunkt der Bleikugel, so dafs die einander genäherten Fingerspitzen der einen Hand rechts, der andern links von be-

Digitized by Google

sagtem Punkte sich befinden, von welchem man zuerst die Fingerspitzen in einiger Entfernung von etwa $1\frac{1}{2}$ Z. zu halten hat. Nach Verlauf von wenigen Secunden werden jene Körpertheilchen, welche zwischen der Brust des Beobachters und zwischen der Bleikugel liegen, anfangen, sich letzterer zu nähern. Sobald sie unter ihr durchgegangen sind, weichen sie seitwärts aus und kehren in einer krummen Linie zurück, um, wenn man das Experiment verfolgt, zum zweitenmal sich der Kugel zu nähern etc.«

Der Versuch ist so deutlich beschrieben und von so einfacher Art, dafs es leicht war, ihn zu wiederholen. Ich that diefs heut Vormittag (d. 7. Dec.), nachdem mir das Archiv zu Gesicht gekommen war, auf der Stelle, nahm Siegellackstaub (den Hr. Dr. W. neben Eisenfeilicht besonders empfiehlt), eine kleine Bleikugel, etwas kleiner, als die bezeichnete Gröfse, und eine starke Stricknadel statt des Stabes, erwärmte übrigens die Flüssigkeit (es war gemeines Brunnenwasser) nicht, wie Hr. W. zum besseren Gelingen des Versuches, jedoch nicht als nothwendig, anräth, und der Versuch gelang mir vollkommen. Bewegung der Körperchen war da, und zwar in der bezeichneten Art, wenn ich die Hände der Kugel nahe hielt (ob sie sich unter einander berührten oder nicht, änderte im Erfolge nichts ab); die Bewegung hörte auf, wenn ich die Hände fortzog. Hr. Dr. W. verspricht eine Erklärung des Versuches, wie es scheint, aus der Annahme eines im thierischen Magnetismus thätigen Agens, da er den Aufsatz: »Analogieen magnetischer Erscheinungen des menschlichen Organismus,« überschrieben hat. Indem es mir nun gelungen ist, eine rein physikalische Erklärung des Phänomens und zugleich mehrere Versuchsweisen aufzufinden, die unwiderleglich zeigen, dafs der menschliche Organismus als solcher durchaus keinen Einflufs auf die Erscheinung hat; so wird es mir nicht als Vorgreifen ausgelegt werden, wenn ich noch vor der

Digitized by Google

Fortsetzung des gedachten Aufsatzes meine Bemerkungen über das Phänomen den Physikern vorlege, damit sie bei der Wiederholung des Versuches auch meine Erklärung der Erscheinung prüfen mögen.

Gleich nach dem Gelingen des Versuches rief ich einen Freund, der mit mir in demselben Hause wohnt *). Ich hatte inzwischen eine Spirituslampe unter die kleine Porcellanschale (eine gewöhnliche Untertasse) gebracht, um den Versuch, der mir mit kaltem Wasser schon so gut gelungen war, nach der Angabe des Hrn. Dr. W. noch eclatanter zu machen. Allein die Wirkung zeigte sich nicht; vielleicht weil der Siegellack in der höheren Temperatur die Feuchtigkeit angezogen hatte und nicht mehr frei auf der Oberfläche schwamm, was Bedingung zum Gelingen des Versuches zu seyn scheint. Schon glaubte ich, die Anwesenheit eines Zweiten wirke störend (wie Hr. Dr. W., S. 171. Anm. 7., andeutet); wiederholte indefs doch den Versuch mit kaltem Wasser und neu aufgeschabtem Siegellack. Das Wasser hatte die Temperatur des Zimmers (14° R.). Die Bewegung erfolgte bei jedem von uns beiden vortrefflich. Als ich meinen Freund, um nicht durch meine Nähe etwa zu stören, aus der Ferne betrachtete, während er mit dem Experiment beschäftigt war, veranlafste mich der Anblick der Haltung des Beobachters und der Stellung des Apparates zu dem Gedanken, dafs in dem hohlen Raum zwischen Brust und Händen durch die, wenn auch noch so unmerkliche Wärmeausstrahlung, und durch die Ausdünstung des Beobachters sich nothwendiger Weise eine Luft von erhöhter Temperatur bilden müsse, die innerhalb dieses Raumes aufwärts steige, und also einen Zufluſs von unten her nothwendig machte. Es mufs also dieser zarte Luftstrom, der unten einfliefst, über die Oberfläche des Wassers sanft hingleiten, und es ist denkbar, dafs er eine Bewegung der darauf schwimmenden und

*) Herrn Oberlehrer Herter.

Digitized by Google

zur Hälfte trocken hervorragenden Körpertheilchen bewirken könne. Es war mir zum Theil damit vereinbar, was Hr. Dr. W., S. 172. Anm. 9., sagt: »Der Körper habe nicht das Gefühl von Frost und Mifsmuth. In diesem Falle sah ich einige Male den Erfolg sehr herabgestimmt, ob er gleich vom Willen ganz unabhängig ist.« Aber freilich mufste ich wider meine Erklärung mifstrauisch werden, wenn ich die Versicherung des Hrn. Dr. W. bedachte, dafs er sich durch sorgfältige Versuche überzeugt hätte, dafs die Wärme das Agens bei dieser Bewegung nicht sey. — Sein Haupteinwand ist folgender Versuch, S. 175.: »Als die Körpertheilchen in der lebhaftesten Bewegung waren, liefs ich den Stab und die Bleikugel vorsichtig wegnehmen, während ich selbst die Hände unbeweglich hielt. Der Erfolg war: *plötzliches Beenden der Bewegung.*« Hieraus schliefst Hr. Dr. W., was ich auch auf den ersten Blick als richtig anzuerkennen geneigt war, dafs durch die partielle Erwärmung der Luft hervorgebrachte strömende Bewegung doch fortdauern müsse, wenn auch die Kugel mit dem Stabe hinweggenommen ist. Warum ist nun die Bewegung der Körperchen gehemmt? Sollte die Erklärung, welche sich mir aufdrang, die richtige seyn, so mufste der Einflufs der Kugel auf die zarte Luftströmung nachgewiesen werden. Sehr bald bemerkte ich, dafs, wenn man leise gegen die Kugel bläst, die auf der entgegengesetzten Seite derselben schwimmenden Theilchen mit lebhafter Bewegung gegen die Kugel, also in einer dem durch das Blasen erzeugten Luftstrome entgegengesetzten Richtung fortgetrieben werden. Dieses auf den ersten Blick sonderbare Phänomen läfst eine doppelte Erklärung zu. Man kann sich nämlich dasselbe in Zusammenhang mit der in neuerer Zeit bemerkten Gegenströmung vorstellen, über welche Hr. Hachette eine ausführliche Untersuchung angestellt hat (dies. Ann. Bd. 86. S. 265.), dafs sich nämlich hinter dem Körper, auf welchen ein Luftstrom

Digitized by Google

wirkt. ein kleiner Luftstrom in entgegengesetzter Richtung bildet, der, wie a. a. O. gesagt wird, stark genug ist, um z. B. eine Platte frei schwebend unter einem Loche zu erhalten, durch welches ein Luftstrom gegen dieselbe geführt wird, und um Ventile gegen die Oeffnung zu drücken, aus der sie durch einen Luft- oder Dunstdruck verdrängt werden sollen. Man könnte aber auch in unserem Falle annehmen, dafs der von einer Seite kommende Luftstrom auf die Oberfläche des Wassers so wirkt, dafs sie nach der entgegengesetzten Seite sich ein klein wenig erhebt (stauet). Befindet sich also die Kugel nicht über dem Wasser, so ist der Luftstrom nirgend gehemmt, mithin nimmt die ganze Oberfläche des Wassers eine unmerkliche Schräge an, die aber, so lange der Luftstrom continuirlich bleibt, keine Bewegung der schwimmenden Theilchen hervorbringt. Befindet sich aber ein Hindernifs des Luftstromes dicht über dem Wasser schwebend, so werden die in der entgegengesetzten Richtung gegen den Luftstrom geschützten Theilchen der Oberfläche sich nicht mit erheben, und die angrenzenden, welche höher sind, von beiden Seiten hinzuströmen, und die beschriebene Bewegung wird eine nothwendige Folge dieses gehemmten Luftstroms, wobei die Gestalt der Bahnen, die jedes schwimmende Theilchen beschreibt, noch durch die Form des Gefäfses bedingt wird, worin sich das Wasser befindet. — Welche von beiden Erklärungsarten man annehmen will, ist für die Sache gleichgültig. Wahrscheinlich vereinigen sich aber die pneumatische und hydrostatische Wirkung*). So viel ist gewifs, dafs der gehemmte Luftstrom die so eben beschriebene Erscheinung eines Gegenstromes auf der Oberfläche des Wassers hervorbringt; wie man sich durch ein leises Blasen auf einer mit schwimmenden Körperchen bedeckten Wasserfläche leicht überzeugt. Somit ist die Wir-

*) Wenigstens kann es die letzte nicht allein seyn; da das durch Capillarität mit der Oberfläche inniger verbundene Siegellack, wie vorhin bemerkt wurde, den Versuch ohne Erfolg läfst.

Digitized by Google

kung der Kugel erklärt, und der Versuch, aus dem Hr. Dr. W. folgert, dafs der Luftstrom hier nicht thätig sey, beweiset eben die Thätigkeit desselben.

Nachdem durch mancherlei Versuche, die ich in Gemeinschaft mit meinem Freunde zur Bestätigung unserer Vermuthungen angestellt hatte, die Ueberzeugung von der Wirksamkeit des gehemmten Luftstromes in mir immer mehr befestigt war, kam es darauf an, den Versuch so zu motiviren, dafs jede Einwirkung des Organismus als unzulässig erscheinen mufste. Mein Freund bemerkte, dafs, wenn meine Ansicht die richtige sey, eine brennende Spirituslampe an der einen Seite der Schale hingestellt, dieselbe Wirkung hervorbringen müfste. Wir stellten eine solche neben die Untertasse hin, nachdem wir durch aufgethürmte Bücher und einen diametrel über der Schale in verticaler Lage aufgespannten Papierbogen für die erhitzte Luft gleichsam einen Schornstein gebildet hatten. Der Papierbogen bildete an der einen Seite die Scheidewand des erwärmten und des freien Luftraums, und unter demselben mufste die Luft gegen die Spirituslampe hin über die Wasserfläche fortstreichen. Der Erfolg entsprach unsern Erwartung. Die Bewegung ging ohne Organismus vortrefflich, indem die Spirituslampe die Stelle der Brust des Beobachters, und der Papierbogen die Stelle der Hände desselben vertrat. Nahm man Stab und Kugel fort, war keine Bewegung da; brachte man die Kugel in der Mitte der Schale an, so erfolgte dieselbe in der von Hrn. Dr. W. beschriebenen Art, wobei die Richtung des Stabes ganz gleichgültig war. Diese mufs, unserer Erklärung nach, wenn sie der Brust des Beobachters oder der Spirituslampe zugekehrt ist, für das Gelingen des Versuches sogar noch vortheilhafter seyn. Später bemerkte ich, dafs man zum Gelingen des Versuches weiter nichts nöthig hat, als die Spirituslampe neben die Schale zu stellen und einen Bogen Papier schornsteinartig über dieselbe so zu krümmen, dafs die Peripherie

Digitized by Google

des unteren Randes nahe über der Kugel schwebt. Noch einfacher wird der Versuch, wenn man die Vorrichtuug im Winter an das ungeöffnete Fenster einer geheizten Stube bringt. Es bildet dann der Strom der kalten Luft vom Fenster aus über die Fläche hinstreichend dieselbe Erscheinung, und das erwärmte Zimmer vertritt die Stelle der Spirituslampe. Erhöht wird die Bewegung, wenn man durch einen diametral über der Schale vertical gehaltenen Bogen Papier eine Scheidewand der kalten und warmen Luft zu Stande bringt. — Analog wird die Erscheinung, wenn man die Tasse dicht an einem geheitzten Ofen auf einen Tisch stellt, und auf die beschriebene Weise eine Scheidewand hervorbringt.

Durch diese und ähnliche Versuche halte ich mich für völlig überzeugt, dafs das in Rede stehende Bewegungs-Phänomen einzig und allein eine Wirkung des Luftzuges ist, welcher an einer Fläche entstehen mufs, welche die Basis zweier ungleich erwärmten Luftsäulen bildet, wobei die aus pneumatischen und hydrostatischen Gründen erklärliche Entstehung eines Gegenstromes den Einflufs der hineingehängten Kugel bedingt. In dieser letzteren Hinsicht ist der Wirth'sche Versuch recht merkwürdig. Dafs aber irgend ein besonderes nur dem Organismus inwohnendes Agens dabei mitwirke, kann ich nicht glauben, aufser dafs bei der Art, wie Hr. Dr. Wirth experimentirte, die im menschlichen Körper erzeugte *Wärme* allerdings thätig war. Doch läfst sich das Phänomen, wie wir gezeigt haben, auch durch jede andere, nicht animalische Wärme hervorbringen.

Zu der von mir aufgestellten Erklärung passen alle Bemerkungen, die Hr. Dr. W. über die Modificationen der Versuche angiebt.

1) Die Gleichgültigkeit des anzuwendenden Stoffes für Gefäfs, Kugel und Stab.

2) Die Unveränderlichkeit der Wirkung, wenn ein heifser Blei-Cylinder mit der Hand der Kugel genähert

Digitized by Google

wurde. Da nämlich die durch einen solchen erwärmten Lufttheile nach oben steigen, so haben sie auf die unten erfolgende Luftströmung keinen Einfluſs.

3) »Bloſse Annäherung der Hände gegen den quer vorliegenden Stab brachte eine etwas schwächere Wirkung hervor.« Natürlich, weil die Scheidewand, welche durch die Hände gebildet wird, unvollständig war.

4) S. 178. Zehnter Vers. Beugt man sich mit dem Kopfe zu weit über den quer vorliegenden Stab hinweg, so stört dieſs die Bewegung — begreiflich, weil es die Strömung stört.

5) Eine kleine Glasscheibe horizontal über der Kugel angebracht, hemmt die Wirkung nicht; die aber aufhören muſs, wenn man die ganze Schale mit einer Glasscheibe verschlieſst, wie der dreizehnte Versuch des Hrn. Wirth, S. 179., gezeigt hat.

Ueber diesen letzten Versuch äuſsert sich Hr. Dr. Wirth folgendermaſsen:

»Aus dem Miſslingen dieses Versuches glaube ich nichts folgern zu dürfen, als Nachstehendes: Das Agens, welches die beschriebenen Erscheinungen hervorruft, dringt nicht durch Massen, sondern haftet an Flächen, an denen es hingleitet, Die angeführten Versuche, die alle sehr oft, mit beinahe übertriebener Sorgfalt, mit verhüllten äuſseren Respirationswerkzeugen angestellt sind, schlieſsen wohl eine gröbere Täuschung aus, und können durch das Miſslingen eines einzigen Versuches (genau genommen ist dieſs aber nicht ein *einziger Versuch*, sondern eine zur Begründung der Theorie nöthige Modification der Beobachtungsweise *A.*) nichts von ihrer Beweiskraft verlieren. Man sehe zuerst die Erscheinung und urtheile dann!«

Ich habe nach unbefangener und sorgfältiger Prüfung der Erscheinung mein Urtheil dahin abgegeben, daſs das ganze Phänomen einzig und allein der Wirkung der Wärme auf die Luftströmung und der mit jeder gehemmten Luftströmung verbundenen Entstehung eines Gegen-

Digitized by Google

stromes zuzuschreiben sey. Hat also Hr. Dr. Wirth, meiner Meinung und meinen Versuchen nach, die ich der unbefangenen Prüfung der Physiker empfehle, auf diese Weise auch nicht das Daseyn eines bis jetzt unbekannten animalisch-magnetischen Agens dargethan, so hat er doch einige zu interessanten Beobachtungen Veranlassung darbietende Versuche auf die Bahn gebracht, wofür ihm die Physiker gern danken werden.

N. S. Hr. Dr. W. widerräth, den Versuch am Ofen und am Fenster zu machen, weil dort unregelmäfsige Strömungen der Körpertheilchen durch die verschiedene Wärme hervorgebracht würden. Hätte der gewifs sehr aufmerksame Beobachter nur eine Scheidewand durch ein Papierblatt gebildet, so würde er gewifs die Uebereinstimmung der ihm unregelmäfsig erscheinenden Bewegung mit seinen anderen Versuchen gefunden haben.

V. *Ueber den Einfluſs der Feuchtigkeit auf barometrische Höhemessungen und deren Correction durch das Psychrometer; von J. Rogg, Privatdocent der Forstwissenschaft zu Tübingen.*

Wir haben eine beträchtliche Anzahl correspondirender Barometer- und trigonometrischer Höhenmessungen, welche durch ihre grofse Uebereinstimmung überraschen. Indefs ist diese Gleichheit der Resultate nicht allgemein, und kann es nicht seyn, weil die Atmosphäre zu vielen Veränderungen unterworfen ist, als dafs man immer alle Daten, welche auf die Rechnung Einfluſs haben, für richtig halten dürfte. Man darf übrigens selbst auf die erwähnte Uebereinstimmung keinen zu grofsen Werth legen, weil die wenigsten dieser Messungen mit der möglichsten Genauigkeit ausgeführt sind, wodurch man unge-

Digitized by Google

wifs ist, ob dieses Zusammentreffen eine Folge der richtigen Daten, oder der Aufhebung entgegengesetzter kleiner Fehler ist. In dieser Ansicht wird man sehr bestärkt, wenn gerade die Vergleichung derjenigen Beobachtungen, welche mit der gröfstmöglichsten Umsicht ausgeführt worden, wie die von d'Aubuisson *) am Monte Gregorio auf sehr erhebliche Differenzen führen; die vom 4. und 8. October stimmen kaum bis auf 4 Toisen, und das arithmetische Mittel aus allen zehn Barometermessungen, nach der Formel von Laplace berechnet, differirt mit der, bis auf eine grofse Kleinigkeit, untrüglichen trigonometrischen Bestimmung um eben so viel.

Unter den Factoren, welche die Formel von Laplace constituiren und am unsichersten bestimmt sind, gehört ohne Zweifel der Einfluſs der Feuchtigkeit. Anderson **) war bekanntlich der erste, welcher diesem Factor aus dem Stand des trocknen und feuchten Thermometers näher zu bestimmen bemüht war, aber nach seinen Regeln zu rechnen ist sehr mühsam. Durch die von Soldner ***) und Prof. v. Bohnenberger †) aufgestellten findet man das Resultat, ohne merklichen Nachtheil für die Genauigkeit, viel bequemer. Bezeichnet x den gesuchten relativen Höhenunterschied, f die Elasticität des Wasserdunstes der gemessenen Luftsäule (in Pariser Linien ausgedrückt), t'' die Lufttemperatur nach der 80theiligen Scale, b und b' die beiden auf einerlei Temperatur reducirten Barometerstände, so ist nach ihnen, ohne Rücksicht auf die Variationen der Schwere in horizontaler und verticaler Richtung:

*) *Journ. de physique*, 1810. Monat Juni und Juli.

**) Zeitschrift für Physik und Mathematik. Herausgegeben von Baumgarten und v. Ettinghausen. I. 1, p. 1. ff.

***) Gilbert's Annalen, B. XXXII. p. 209.

†) Naturwissenschaftliche Abhandlungen. Herausgegeben von einer Gesellschaft in Würtemberg. II. 2. Heft. p. 183.

Digitized by Google

(I) $$x = 9394{,}323\left(1+\frac{x}{900}\right)\left(1+\frac{t''}{213}\right) lg.\frac{b}{b'}$$

in Toisen gelesen.

Nach Laplace ist die gesuchte relative Höhe, welche wir zum Unterschied mit x' bezeichnen wollen, die Schwere ebenfalls aufser Acht gelassen:

(II.) $$x' = 9408\left(1+\frac{t''}{200}\right) lg.\frac{b}{b'}$$ in Toisen gelesen.

Dividirt man die erste Gleichung durch die zweite, so ergiebt sich:

$$\frac{x}{x'} = (0{,}998546 + 0{,}001111f)\left(\frac{1+0{,}00469\,t''}{1+0{,}005\,t''}\right).$$

Setzt man, nach der Methode der unbestimmten Coëfficienten:

$$\frac{1+0{,}00469\,t''}{1+0{,}005\,t''} = A + Bt'' + Ct''^2 + Dt''^3 + \ldots.,$$

so findet sich:

$$A = 1$$
$$B = -0{,}00031$$
$$C = +0{,}0000015.$$

Es ist daher sehr nahe der Quotient:

(III.) $$\frac{x}{x'} = (0{,}998546 + 0{,}001111f)(1 - 0{,}00031\,t'').$$

Diefs ist augenscheinlich der relative Fehler in Beziehung auf den gesuchten Höhenunterschied, wenn man mit der Formel von Laplace, oder vielmehr mit den Factoren $9408\left(1+\frac{t''}{200}\right)$ statt $9394\left(1+\frac{t''}{213}\right)\left(1+\frac{x}{900}\right)$ rechnet. Bezeichnet man daher die, etwa mit Tafeln, welche sich auf die Formel von Laplace gründen, berechnete Höhe durch h, und die, wegen des Einflusses der Feuchtigkeit nach v. Bohnenberger gehörig verbesserte mit H, so hat man:

(IV.) $$H = h[(0{,}998546 + 0{,}001111f)(1 - 0{,}00031\,t'')].$$

Um t zu finden, beobachtet man bekanntlich unten und oben das Thermometer, und nimmt aus beiden Stän-

Digitized by Google

den das arithmetische Mittel. Eben so beobachtet man, um f zu finden, an beiden Stationen das befeuchtete und trockne Thermometer, das sogenannte Psychrometer, berechnet die beiden Elasticitäten und, nimmt aus beiden Angaben das arithmetische Mittel. Bezeichnet nämlich t die Lufttemperatur, t' den Stand des feuchten Thermometers und f' die der Temperatur t' entsprechende Elasticität des Wasserdunstes bei einem bestimmten Barometerstand, so ist nach Prof. v. Bohnenberger *) bei der Barometerhöhe b

$$f = f' - \frac{0{,}289\,(t-t')\,b}{324}$$

und annäherungsweise nach Dr. August **)

(V.) $$f = f' - \tfrac{1}{3}(t-t') + (336-b)\,\frac{t-t'}{1000}$$

in Pariser Linien und

$$lg.f = 0{,}3506511 + \frac{7{,}9817243\,t}{213{,}49+t}$$ gesetzt.

Kennt man also durch unmittelbare Beobachtung die Gröfsen t, t' und b, so läfst sich daraus f herleiten. Um die etwas mühsame Bestimmung von f' zu ersparen, hat Hr. Prof. August die nach den Temperaturen verschiedene Elasticitäten des Wasserdunstes für einen mittlern Barometerstand von 336 Pariser Linien berechnet. Folgendes Täfelchen ***) enthält die Resultate dieser Arbeit. Es hat zwei Eingänge. Im verticalen sucht man die ganzen, im horizontalen die Zehntheile der Grade; da, wo beide zusammenlaufen, steht der gesuchte Werth f'.

*) Naturwissenschaftliche Abhandlungen. II. p. 179.

**) Tafeln, Formeln und Beobachtungen das Pyschrometer betreffend; von Prof. Dr. August. 1828. Berlin, bei Nauck.

***) Tafeln, Formeln etc. von Prof. August. 1828.

Digitized by Google

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
— 10	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83
9	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92
8	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01
7	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11
6	1,32	1,31	1,30	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,22	1,22
— 5	1,44	1,43	1,42	1,40	1,39	1,39	1,37	1,35	1,34	1,33
4	1,58	1,56	1,55	1,54	1,52	1,51	1,50	1,48	1,47	1,46
3	1,73	1,71	1,69	1,68	1,66	1,65	1,64	1,62	1,61	1,59
2	1,88	1,87	1,86	1,84	1,82	1,80	1,79	1,77	1,76	1,74
1	2,06	2,04	2,02	2,00	1,99	1,97	1,95	1,93	1,92	1,90
± 0	2,24	2,22	2,21	2,18	2,17	2,15	2,13	2,11	2,09	2,07
+ 1	2,44	2,46	2,49	2,51	2,53	2,55	2,57	2,59	2,61	2,64
2	2,66	2,68	2,70	2,73	2,75	2,77	2,80	2,82	2,84	2,87
3	2,89	2,92	2,94	2,97	2,99	3,02	3,04	3,07	3,09	3,12
4	3,14	3,17	3,20	3,22	3,25	3,28	3,30	3,33	3,36	3,39
+ 5	3,41	3,44	3,47	3,50	3,53	3,56	3,59	3,62	3,65	3,68
6	3,71	3,74	3,77	3,80	3,83	3,86	3,89	3,92	3,95	3,99
7	4,02	4,05	4,08	4,12	4,15	4,18	4,22	4,25	4,29	4,32
8	4,35	4,39	4,42	4,46	4,50	4,53	4,57	4,60	4,64	4,68
9	4,72	4,75	4,80	4,83	4,87	4,91	4,94	4,98	5,02	5,06
+ 10	5,10	5,14	5,18	5,22	5,27	5,31	5,35	5,39	5,43	5,47
11	5,52	5,56	5,60	5,65	5,69	5,74	5,78	5,83	5,87	5,92
12	5,96	6,01	6,06	6,10	6,15	6,20	6,24	6,29	6,34	6,39
13	6,44	6,49	6,54	6,59	6,64	6,69	6,74	6,79	6,84	6,90
14	6,95	7,00	7,05	7,11	7,16	7,22	7,27	7,33	7,38	7,44
+ 15	7,49	7,55	7,61	7,66	7,72	7,78	7,84	7,90	7,95	8,01
16	8,07	8,14	8,20	8,26	8,32	8,39	8,44	8,51	8,57	8,63
17	8,70	8,76	8,83	8,89	8,96	9,02	9,09	9,16	9,22	9,29
18	9,36	9,43	9,50	9,57	9,64	9,71	9,78	9,85	9,92	9,99
19	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4	10,4	10,5	10,6	10,7	10,7
20	10,8	10,9	11,0	11,1	11,1	11,2	11,3	11,4	11,5	11,5

Um die Anwendung des Ausdrucks (IV.)

$$H = h[(0{,}998546 + 0{,}001111 f)(1 - 0{,}00031 t'')]$$

anschaulich zu machen, wollen wir folgendes Beispiel berechnen.

Es bezeichne für die untere Station b die Barometerhöhe, t die Lufttemperatur, T die Verdunstungskälte, τ die Wärme des Quecksilbers und F die Elasticität des

Digitized by Google

Wasserdunstes. Die Buchstaben b', t', T', τ' und F' sollen für die obere Station dieselbe Bedeutung haben.

Sey nun die geographische Breite $=36^{\circ}\ 10'$

$b'=$ 312,0 Par. Lin.	$b=$ 336,6 Par. Lin.
$t'=+10{,}0$	$t=+\ 20{,}0$
$\tau'=+\ 8{,}0$	$\tau=+\ 18{,}0$
$T'=+\ 6{,}4$	$T=+\ 14{,}8$;

so findet sich nach der Formel von Laplace

$$h=324{,}52 \text{ Toisen.}$$

Sodann ist vermöge (V.)

$$F=f'-\tfrac{1}{3}(20{,}0-14{,}8)+(336-336{,}6)\frac{5{,}2}{1000}$$

Vermöge der Tafel von August ist

f für 14,8 Verdunstungskälte $=7{,}38$;

folglich sehr nahe

$$F=5{,}65.$$

Auf eine ähnliche Weise findet man

$F'=3{,}49$; folglich

$$f=\frac{5{,}65+3{,}49}{2}=4{,}57 \text{ und.}$$

$$t''=\frac{20{,}0+10{,}0}{2}=15\text{; also}$$

$(0{,}998546+0{,}001111\,.\,4{,}57)\,(1-0{,}00031\,.\,15)=0{,}998957$

und somit

$$H=324{,}18,$$

woraus man sieht, dafs im vorliegenden Beispiel die Laplace'sche Formel die gesuchte Höhe um 0,34 Toisen $=2{,}04$ Par. Fufs zu grofs angegeben. Dafs für einen und denselben Werth von f der absolute Unterschied zwischen den Gleichungen (I.) und (II.) um so geringer ist, je kleiner h ist, geht aus Gleichung (IV.) klar hervor. Man wird daher im Allgemeinen die Correction von h um so eher vernachlässigen dürfen, je kleiner h ist.

Digitized by Google

VI. *Doppelt-Chlorcyan, eine neue Verbindung des Chlors mit dem Cyan, und Cyansäure; von Hrn. Serullas.*

(Mit einigen Abkürzungen aus den *Ann. de chim. et de phys. XXXVIII. p.* 370.)

I. Doppelt-Chlorcyan (*Perchlorure de cyanogène*).

In einer früheren Abhandlung *) habe ich beiläufig von der Wirkung zwischen Chlor und Cyanwasserstoffsäure gesprochen, und bemerkt, dafs die Producte verschieden sind, je nachdem man Wasser oder einen Ueberschufs von Chlor hinzutreten läfst. Besonders bin ich auf den Körper aufmerksam gewesen, welcher bei der Berührung von trockner Cyanwasserstoffsäure und trocknem Chlor entsteht. Schon in der erwähnten Abhandlung habe ich einige physikalische Eigenschaften desselben beschrieben; weiterhin werde ich auf die Natur desselben zurückkommen.

Man erhält die neue Substanz dadurch, dafs man reine, nach Hrn. Gay-Lussac's Vorschrift bereitete, Cyanwasserstoffsäure in eine mit trocknem Chlorgas gefüllte Flasche schüttet, diese darauf wohl verschliefst und dem Lichte aussetzt **). Um ein Liter Chlor in Chlorwasserstoffsäure und Doppelt-Chlorcyan zu verwandeln, sind, der Rechnung nach, 0,82 Grm. trockne Cyanwasserstoffsäure erforderlich; und in der That gelingt der Versuch auch immer, wenn man auf eine so-

*) Man sehe dies. Ann. Bd. 87. S. 87.

**) Man mufs beim Hineinbringen der Cyanwasserstoffsäure die Vorsicht gebrauchen, die Flaschen mit Leinwand zu umschlagen, weil sie zuweilen beim Verschliefsen mit einer Art von Explosion zerspringen.

Digitized by Google

genannte Liter-Flasche, die aber allemal etwas mehr als ein Liter faſst, ein Grm. Cyanwasserstoffsäure nimmt.

So wie die Cyanwasserstoffsäure mit dem Chlor in Berührung kommt, nimmt sie Gasgestalt an; die Farbe verschwindet allmälig, und nach einigen Stunden erblickt man an den Wänden des Gefäſses eine farblose Flüssigkeit, welche wie Wasser aussieht, sich nach und nach verdickt, und endlich erstarrt, als eine weiſse, an den Wänden sitzende Substanz, die gemengt ist mit Krystallen von gleicher Natur mit denen, welche man, wie man weiter unten ersehen wird, durch Sublimation der weiſsen Substanz erhält.

Wahrscheinlich sind die drei Verbindungen von Chlor und Cyan, die gasige, flüssige und starre, nach einander entstanden, und gleichzeitig in der Flasche zugegen; allein dieſs ist von geringer Bedeutung für die Reinheit des Doppelt-Chlorcyans, denn da dieses minder flüchtig ist, als die andern, so kann man letztere leicht durch eine Destillation von ihm trennen; auch entweicht das gasförmige von selbst.

Nach 24 Stunden ist der gröſste Theil des Doppelt-Chlorcyans fertig. Man erkennt dieſs an der mehr oder weniger vorgerückten Gestarrung der Substanz, doch muſs man mehrere Tage abwarten, um die Wirkung vollständig werden zu lassen. Dann öffnet man die Flaschen, jagt das Chlorwasserstoffsäure-Gas mittelst eines Blasebalgs hinaus, bringt ein wenig Wasser nebst einer beträchtlichen Anzahl von Glasstücken hinein, sucht durch Schütteln die Substanz von den Wänden abzulösen, und gieſst diese nun zur Absonderung von den Glasstücken in eine Schale. Man zerdrückt sie mit einem Stabe, wäscht sie mehrmals auf einem Filtrum, bis das Waschwasser nicht mehr das Lackmus röthet und salzsaures Silber nicht mehr fällt. Das Waschwasser wird zur nachherigen Benutzung einstweilen bei Seite gesetzt.

Die so gewaschene Substanz muſs zwischen Josephs-

pa-

Digitized by Google

papier ausgedrückt und gelinde erwärmt werden, bis sie völlig trocken und zu einem weifsen Pulver zerfallen ist. Nun bringt man sie in eine kleine Retorte und erhitzt sie, bis sie schmilzt und siedet; sie destillirt in Gestalt einer farblosen, durchsichtigen Flüssigkeit, und krystallisirt im Halse der Retorte oder in dem Recipienten, welchen man mittelst feuchter Leinwand sorgfältig kalt erhält. Um sie recht rein zu erhalten, mufs man sie abermals destilliren.

Wenn die angewandten Substanzen Wasser enthalten, so bekommt man, wie schon gesagt, statt der Chlorwasserstoffsäure und des Doppelt-Chlorcyans, chlorwasserstoffsaures und cyanwasserstoffsaures Ammoniak und Kohlensäure.

Auch wenn die Cyanwasserstoffsäure in Bezug auf das Chlor in Ueberschufs angewandt ist, wird dennoch das Ganze absorbirt. Man erhält eine mehr oder weniger zähe und gelbe Flüssigkeit, welche, wenn man einen grofsen Ueberschufs von Cyanwasserstoffsäure, z. B. das Doppelte oder gar das Dreifache der oben angegebenen Quantität, genommen hat, sehr fest, durchsichtig, und einem hyazinthrothen Lacke ähnlich wird. Wenn man aber die Flasche öffnet, so giebt die Substanz an der Luft ihre überschüssige Cyanwasserstoffsäure mit einer Art von Sieden ab; sie wird weifs und geht in Doppelt-Chlorcyan über. Diefs letztere bewirkt man auch, wenn man in die Flasche, welche die zähe oder starre Substanz enthält, Chlor hineinleitet und sie verschliefst. Die Absorption des Chlors, die langsam geschieht, ergänzt, was der Verbindung fehlt, um Doppelt-Chlorcyan zu seyn.

Setzt man eine Flasche, welche schwach befeuchtetes Cyanquecksilber und einen Ueberschufs von Chlor enthält, den Sonnenstrahlen aus, so bildet sich ebenfalls Doppelt-Chlorcyan. Durch Auflösung des zugleich entstandenen Doppelt-Chlorquecksilbers in Wasser, erhält man das Doppelt-Chlorcyan isolirt. Diefs Verfahren ist

Digitized by

etwas unsicher, denn es giebt verschiedene Producte, da man mit dem Wasser nicht über die Umstände gebieten kann, welche beständig und alleinig Doppelt-Chlorcyan zu geben vermögen.

Bringt man Cyanwasserstoffsäure mit dem Dreifachen ihres Gewichts an Brom zusammen, so erhält man eine starre Verbindung von Brom und Cyan, welche von der, die ich vor einiger Zeit kennen gelehrt habe *), verschieden ist. Diese letztere, welche einen Mäusegeruch besitzt, ist wahrscheinlich dem Doppelt-Chlorcyan analog.

Das Doppelt-Chlorcyan, welches, wie angegeben, gewaschen, gut getrocknet und darauf destillirt worden ist, besitzt eine glänzend weifse Farbe, krystallisirt in Nadeln, riecht stechend und erregt Thränen, besonders bei Erwärmung. Sein Geruch hat einige Aehnlichkeit mit dem des Chlors, allein die Aehnlichkeit mit dem nach Mäusen ist sehr auffallend. Sein Geschmack ist stechend, aber wegen der geringen Löslichkeit nur schwach, und erinnert an den Geruch. Sein specifisches Gewicht ist ungefähr 1,320; sein Schmelzpunkt bei 140° C., und sein Siedepunkt bei 190° C.

Nicht destillirt, in einer Flasche aufbewahrt, stöfst es, wenn man die Flasche nach einiger Zeit öffnet, Dämpfe von Chlorwasserstoffsäure aus; diefs mufs von der allmäligen Zerlegung einer gewissen, noch in ihm enthaltenen Menge Wasser herrühren **).

Das Doppelt-Chlorcyan, welches uns ein neues Beispiel von einem aus zwei Gasen entstandenen starren Körper giebt, ist in kaltem Wasser wenig löslich, aber stärker in warmen, wobei es sich bald zersetzt. Alkohol

*) Dies. Ann. Bd. 85. S. 343.

**) Im Falle das Doppelt-Chlorcyan bei der ersten Austrocknung zum Theil auf das Wasser wirkt, und bei nachheriger Destillation, wie es auch geschehen mufs, sich in Chlorwasserstoffsäure und Cyansäure verwandelt, geht die Chlorwasserstoffsäure zuerst über, und die Cyansäure, welche mehr als 350° C. zur Sublimation erfordert, bleibt zurück; das Doppelt-Chlorcyan, welches bei 190° C. siedet, sondert sich davon ab.

Digitized by Google

und Aether lösen es gut; durch Wasser wird es aus diesen Lösungen niedergeschlagen.

Längere Zeit bei gewöhnlicher Temperatur mit Wasser in Berührung gelassen, zersetzt es dasselbe langsam, und dieses wird dabei immer mehr und mehr sauer. Durch ein nicht gar langes Sieden verschwindet das Doppelt-Chlorcyan gänzlich; es findet dabei keine Gasentwicklung statt, sondern Bildung von Chlorwasserstoffsäure und Cyansäure, welche letztere in diesem Falle aus 1 Atome Cyan und 2 Atomen Sauerstoff bestehen mufs.

Das Doppelt-Chlorcyan wirkt auf das thierische Leben sehr tödtlich; ein Gran desselben, in Alkohol gelöst, einem Kaninchen in den Schlund gebracht, tödtete dieses augenblicklich. 30 Grammen Wasser, worin man einen Gran Doppelt-Chlorcyan eingerührt hatte, wurden zu Absonderung des gröfseren nicht gelösten Theils filtrirt; dieses Wasser tödtete ein anderes Kaninchen, dem man es eingegeben hatte, innerhalb 25 Minuten.

Die wäfsrige Lösung des Doppelt-Chlorcyans, mit Kali behandelt, giebt, nach Verdampfung, einen salinischen Rückstand von Chlorkalium und cyansaurem Kali. Diese Salze sind durch Krystallisation leicht von einander zu trennen, da das cyansaure Kali viel weniger löslich ist, als das Chlorkalium.

Wenn man die nämliche Lösung, welche ein Gemenge von Chlorwasserstoffsäure und Cyansäure ist, mit salpetersaurem Silberoxyd behandelt, so bildet sich ein Niederschlag von Chlorsilber, und das cyansaure Silber bleibt, wegen der freigewordenen Salpetersäure, gröfstentheils aufgelöst. Wenn man aber die Flüssigkeit vorsichtig mit Ammoniak neutralisirt, so schlägt sich das cyansaure Salz nieder, und wenn man einen grofsen Ueberschufs von Ammoniak hinzusetzt, so wird dasselbe zersetzt, indem sich cyansaures Ammoniak bildet und das Silberoxyd in dem überschüssigen Ammoniak gelöst bleibt.

Das Kalium verbindet sich ziemlich rasch mit dem

Digitized by Google

Doppelt-Chlorcyan. Mischt man diese beiden Substanzen in einem Glasrohre zusammen, so tritt eine Entzündung ein, und es bilden sich Chlorkalium und Cyankalium. Das letztere giebt sich durch das Berlinerblau zu erkennen, welches auf Zusatz von schwefelsaurem Eisenoxydul und einer Säure entsteht; das erstere hingegen durch den Niederschlag, welchen salpetersaures Silberoxyd hervorbringt.

Um das Verhältnifs der Bestandtheile des Doppelt-Chlorcyans zu erfahren, wurde dieses in mehreren Versuchen theils durch Alkalien, theils durch Kupferoxyd zersetzt.

1. *Versuch* 0,1 Grm. in concentrirter Lösung mit kaustischem Kali behandelt und darauf mit einem Ueberschufs von Salpetersäure erhitzt, gab, mit salpetersaurem Silberoxyd: Chlorsilber =0,308 Grm. =0,07520 Grm. Chlor.

Die Rechnung giebt, in der Annahme von 2 Atomen Chlor: Chlorsilber =0,298 Grm. =0,07346 Grm. Chlor.

2. *Versuch.* 0,15 Grm. auf gleiche Weise behandelt, lieferten: Chlorsilber =0,447 Grm. =0,1102 Grm. Chlor. Die Rechnung giebt sehr genau dieselben Zahlen.

Ein dritter Versuch lieferte gleiche Resultate.

Bei dem ersten Versuche rührt der Gewichtsüberschufs von etwas Kieselerde her, welche das Kali aus den zur Erhitzung gebrauchten Schalen aufgenommen hatte.

Bei den übrigen Versuchen wurde das erhaltene Chlorsilber, nachdem es gewaschen worden, wiederum in Ammoniak aufgelöst, und nachdem die Lösung einige Zeit verdampft worden, von Neuem in Salpetersäure gelöst, darauf gewaschen und getrocknet, bis es nichts mehr an Gewicht verlor, wie bei dem ersten Versuch.

4. *Versuch.* 0,530 Grm. mit einem sehr grofse Ueberschufs von Ammoniak in einem langhalsigen Kolben warm behandelt, und darauf mit salpetersaurem Silberoxyd und

Digitized by Google

Salpetersäure, gaben: Chlorsilber =1,520 Grm. =0,3747 Grammen Chlor. Es hätte liefern müssen: 1,5815 Grm. Chlorsilber =0,3902 Grm. Chlor.

Es wurden nun auf die gewöhnliche Weise zwei Zerlegungen unternommen, und dabei das Kupferoxyd mit Kupferspähnen gemischt, von denen auch noch eine kleine Säule hoch darauf geschüttet wurde. 0,1 Gramm, welches bei jedem dieser Versuche angewandt wurde, gab unter gewöhnlichem Druck und bei gewöhnlicher Temperatur:

	1. Versuch.	2. Versuch.
Kohlensäure	$0^{lit.}$,03047	$0^{lit.}$,03050
Stickgas	0 ,01202	0 ,01320.

Diese Gasmengen wurden gefunden durch die vom Kali verschluckten Volumina, und durch Berechnung der Unterschiede im Druck und in der Temperatur, welche während der Versuche beobachtet worden waren.

Die Rechnung giebt:

Kohlensäure	$0^{lit.}$,0226
Stickgas	0 ,0113.

Hiemit verglichen, zeigt die Analyse durch Kupferoxyd ziemlich beträchtliche Verschiedenheiten in der Menge der Kohlensäure und des Stickgases; allein es mufsten sich hiebei mehrere Fehlerquellen einfinden. Unter andern fand eine Erzeugung von salpetrigsaurem Gase (*gaz rutilant*) statt, die sich, ungeachtet der beträchtlichen Menge von Kupferoxyd und Kupferspähnen, die das Gas zu durchstreichen hatte, nicht verhindern liefs. Diefs Verfahren würde also nicht gestatten, die Verhältnisse zu berechnen, wenn nicht die successive Behandlung des Doppelt-Chlorcyans mit kaustischem Kali und salpetersaurem Silberoxyd gezeigt hätte, dafs darin wirklich zwei Atome Chlor vorhanden wären.

Die Rechnung giebt für jedes Gramm dieses durch Kupferoxyd zerlegten Körpers, in der Annahme, dafs er aus 1 Atome Cyan und 2 Atomen Chlor zusammengesetzt sey:

Digitized by Google

	Volumen.		Gewicht.
Kohlensäure	0,02260	= Kohlenstoff	0,01225
Stickgas	0,01133	= Stickstoff	0,01429
	Gewicht.		
Chlorsilber	0,2980	= Chlor	0,07346

Das Doppelt-Chlorcyan besteht also aus:

Chlor	0,7346	= 2 Atomen
Cyan	0,2654	= 1 Atom.

II. Cyansäure.

Ehe ich von der Cyansäure spreche, mufs ich kürzlich das in Erinnerung bringen, was bereits von mehreren Chemikern über dieselbe gesagt worden ist.

Durch das Studium der Veränderungen, welche das Cyan in Wasser erleidet, wurde Hr. Vauquelin *) unter andern zu folgenden Schlüssen geführt: 1) dafs dieser Körper das Wasser zersetze, und dafs daraus entstehen: Kohlensäure, Cyanwasserstoffsäure, eine kohlige Substanz, Ammoniak und eine eigenthümliche Säure, für die er den Namen: *Cyansäure* vorschlug, und welche, gemeinschaftlich mit den andern Säuren das Ammoniak sättigend, ein lösliches Ammoniaksalz bilde.

2) Dafs die Alkalien eine ähnliche Umwandlung des Cyans bewirken, nämlich, dafs sie die Bildung von Cyanwasserstoffsäure, Kohlensäure, und wahrscheinlich von Cyansäure, ferner von kohliger Substanz und Ammoniak veranlafsen, welches letztere durch die Gegenwart der übrigen Alkalien frei werde.

Hr. Wöhler **) machte ähnliche Beobachtungen an einer besondern Säure, die bei Verbindung des Cyans mit Alkalien gebildet wurde; allein es gelang ihm nicht, diese Säure, welche er *Cyansäure* nannte, für sich darzustellen, da sie sich augenblicklich zersetzte, sobald die

*) *Annales de chimie et de physique, T. IX. p.* 113. *et T. XXII. p.* 132.

**) Daselbst *T. XX. p.* 353. (dies. Ann. Bd. 71. S. 95.)

Digitized by Google

Verbindungen, in denen sie enthalten war, der Wirkung einer Säure ausgesetzt oder mit Wasser gekocht wurden.

Späterhin glaubte Hr. Liebig *) bei Untersuchungen über die Natur des Knallsilbers und Knallquecksilbers, den Satz aufstellen zu können, dafs diese Verbindungen eine starre, in siedendem Wasser sehr lösliche, und beim Erkalten daraus krystallisirende Säure enthalten, welche er *Knallsäure* nannte, und welche, analog der Eisenblausäure, aus Cyan, Sauerstoff und einem Metalloxyd zusammengesetzt sey, und sich mit andern Oxyden zur Bildung von knallsauren Salzen verbinde.

Kurz darauf analysirte derselbe Chemiker gemeinschaftlich mit Hrn. Gay-Lussac **) das Knallsilber. Aus den vielen und wichtigen Versuchen, welche sie anstellten, schlossen sie, dafs diese Verbindung eine besondere Säure (Knallsäure oder Cyansäure) enthalte, welche aus *einem* Atome Cyan und *einem* Atome Sauerstoff gebildet, und immer mit einer gewissen Quantität eines Metalloxyds verbunden sey.

Hr. Wöhler ***) beschäftigte sich später abermals mit diesem Gegenstande. Mit dem Namen *Cyansäure* bezeichnete er die Säure, welche er mit Kali verbunden erhielt, als er ein Gemenge von Cyan-Eisen-Kalium und Manganhyperoxyd, mit den von ihm angezeigten Vorsichtsmafsregeln, erhitzte. Er betrachtete diese Säure, die er ebenfalls nicht isolirte, nach der mit ihren Verbindungen angestellten Analyse, als zusammengesetzt aus *einem* Atome Cyan und *einem* Atome Sauerstoff.

Bei Wiederholung dieses letzteren Versuches fand Hr. Liebig †), dafs die Cyansäure des Hrn. Wöhler weniger Sauerstoff enthalte, nämlich 3 Atome Sauerstoff

*) *Annales de chim. et de phys. T. XXIV. p.* 294. (dies. Ann. Bd. 75. S. 393.)

**) Daselbst *T. XXV. p.* 285. (dies. Ann. Bd. 77. S. 87.)

***) Daselbst *T. XXVII. p.* 196. (dies. Ann. Bd. 77. S. 117.)

†) Daselbst *T. XXXI. p.* 334.

Digitized by Google

auf 2 Atomen Cyan, und dafs man sie daher als *cyanichte Säure* betrachten müfse *).

Endlich hat Hr. Wöhler **), durch Verbindung seiner Cyansäure mit Ammoniak, Harnstoff erzeugt, der mit dem, welchen man aus dem Harne erhält, ganz identisch ist.

Diese kurze Auseinandersetzung zeigt, dafs die Cyan-

*) Hr. Serullas scheint das Ende der von ihm so eben aus den *Annales de chimie et de physique* citirten Stelle übersehen zu haben. Hr. Dr. Wöhler hat, was freilich dort nur angedeutet worden ist, die Einwürfe gegen die von ihm gemachte Analyse der Cyansäure durch abermalige Versuche vollkommen beseitigt (Man sehe dies. Ann. Bd. 81. S. 385.); und wenn auch diese Säure jetzt, nachdem wir durch Hrn. Serullas mit einer höheren Oxydationsstufe des Cyans bekannt geworden sind, cyanichte Säure genannt werden mufs, so erleidet dennoch die vom Dr. Wöhler aufgestellte Zusammensetzung derselben dadurch keinen Eintrag, im Gegentheil erlangt sie durch das Vorhandenseyn zweier den beiden Cyan-Säuren entsprechenden Cyan-Chloriden nur noch einen höheren Grad von Zuverlässigkeit. Ueberdiefs hat sich Hr. Profess. Liebig späterhin selbst von der Richtigkeit der vom Dr. Wöhler angegebenen Zusammensetzung überzeugt (Schweigg. Journ. Bd. 48. S. 376.). Sehr wünschenswerth wäre es, wenn die ausgezeichneten Chemiker, denen wir die nähere Kenntnifs der Knallsäure verdanken, sich veranlafst fühlten durch neue Versuche zu entscheiden, ob wir künftighin auch diese Säure als cyanichte Säure zu betrachten haben, wie es die Resultate ihrer früheren Untersuchungen mit sich bringen würden. Die Bestätigung wäre um so wichtiger, als seitdem bei den von Hrn. Faraday und Hrn. Serullas dargestellten Jodverbindungen (dies. Ann. Bd. 81. S. 325.) die Verschiedenheit ihrer chemischen Zusammensetzung erwiesen ist (dies. Ann. Bd. 87. S. 164.), und wir also nur noch am Zinnoxyd, und, wenn die Analysen richtig sind, am Doppelt-Kohlenwasserstoff (dies. Ann. Bd. 81. S. 324.) Beispiele von solcher Verschiedenheit in den Eigenschaften bei Gleichheit der Zusammensetzung besitzen würden. *P.*

**) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXVII. p.* 33. (dies. Annal. Bd. 88. S. 253.)

Digitized by Google

säure, welche ich kennen lehren werde, in ihren Verbindungen nicht gleiche Eigenschaften mit der besitzt, welche die angeführten Chemiker untersucht haben, und dafs es nothwendig mehrere Verbindungen von Cyan und Sauerstoff geben mufs, deren zu bewegliche Beschaffenheit vielleicht die Isolirung derselben nicht erlaubt.

Man hat vorhin gesehen, dafs unter den charakteristischen Eigenschaften des Doppelt-Chlorcyans eine der merkwürdigsten die ist, dafs es das Wasser zerlegt, und dabei Chlorwasserstoffsäure und Cyansäure hervorbringt.

Alles, was wir bisher über die Cyansäure wufsten, mufste glauben lassen, dafs ihre Zusammensetzung sehr locker sey, und sie nur in Verbindungen bestehen könne. Nachdem ich aber ihre Bildung unter den angeführten, bisher unbekannten Umständen beobachtet hatte, war es natürlich, dafs ich versuchte, sie von der beigemengten Chlorwasserstoffsäure zu trennen. Die Einwirkung einer Wasserstoffsäure auf eine Sauerstoffsäure befürchtend, wagte ich anfänglich nicht, sie abzudampfen, und ich suchte daher sie in einer Verbindung zu bekommen, indem ich, wie vorhin, bei der Einwirkung des Kali's auf das Doppelt-Chlorcyan, die Flüssigkeit mit verschiedenen Basen sättigte. Der Erfolg meiner ersten Versuche, welche mir zwei wohl charakterisirte Salze zeigten, liefs mich hoffen, dafs die Elemente dieser Säure fester, wie man zuvor geglaubt, mit einander verbunden seyen. Ich wurde hierin durch die Beobachtung bestärkt, dafs das neutrale wie das saure Kalisalz wenig löslich war.

Als ich die Tendenz der Cyansäure, ein saures und wenig lösliches Salz zu geben, bemerkte, ging ich weiter, und schlofs, dafs sie in ihrem freien Zustande starr seyn müsse. Denn seit langer Zeit habe ich die Meinung gehegt, dafs nur diejenigen Säuren solche stabile saure Salze, wie die weinsteinsauren, oxalsauren, phosphorsauren und jodsauren bilden können, welche fähig sind eine

Digitized by Google

starre Form anzunehmen. Das Kali bildet mit der Jodsäure ein saures Salz, welches ich beschrieben habe *). Diese meine Vermuthung hat sich nun vollkommen bestätigt.

Die Cyansäure ist starr, sehr weifs, und krystallisirt, aus concentrirten Lösungen, in glänzenden, durchsichtigen Rhomben, bei Sublimation aber, in zarten Nadeln. Obgleich sie wenig löslich, und deshalb ohne recht bezeichnenden Geschmack ist, so röthet sie dennoch das Lackmuspapier, und zwar ziemlich stark, wenn die Lösung heifs und concentrirt ist. Ihre Dichte ist ein wenig geringer als die der Schwefelsäure, da sie in dieser schwimmen bleibt, aber darin zu Boden fällt, sobald dieselbe nur ein wenig verdünnt ist.

Sie verflüchtigt sich ein wenig über dem Siedepunkt des Quecksilbers; stärker erhitzt, wird ein Theil unter Abscheidung von Kohle zersetzt. Wenn sie nicht recht trocken gewesen ist, bilden sich Ammoniak und Kohlensäure, in Quantitäten, die der vorhanden gewesenen Feuchtigkeit entsprechen.

Salpetersäure hat nicht die geringste Wirkung auf die Cyansäure, weder in der Kälte, noch in der Wärme; doch löst sie in der Wärme dieselbe auf. Siedet man die Lösung zwei oder drei Mal, bis die Salpetersäure gänzlich verdampft ist, was ohne Entwicklung von salpetrichter Säure geschieht, so bleibt die Cyansäure ohne die geringste Veränderung, vollkommenen in sehr weifsen Blättchen krystallisirt, zurück.

Eben so löst sie sich beim Kochen in concentrirter Schwefelsäure, und es wird dabei weder schwefligsaures noch sonst ein Gas entwickelt, noch Kohle abgeschieden; die Schwefelsäure bleibt farblos, und läfst, bei Verdünnung mit einer gewissen Menge Wasser, die Cyansäure fallen.

*) *Annal. de chim. et de phys. T. XXII. p.* 179.

Digitized by Google

Diese beiden Versuche sind als Proben von der Stabilität der Cyansäure recht merkwürdig.

Mit Kalium in Berührung gebracht, bildet sie Kali und Cyankalium, welches letztere, mit schwefelsaurem Eisen und einer Säure, Berlinerblau giebt.

Die Cyansäure verbindet sich mit Basen, und giebt mit ihnen Salze, von denen einige durch ihre Krystallform und chemischen Eigenschaften vollkommen charakterisirt sind.

Auf das thierische Leben scheint sie keine hervorstechende Wirkung auszuüben; denn ein Kaninchen, dem ein oder zwei Gran mit etwas Wasser angerührt in den Schlund gebracht worden, erlitt keine bemerkenswerthen Zufälle.

Man erhält die Cyansäure dadurch, dafs man das Doppelt-Chlorcyan mit vielem Wasser einem gelinden Sieden unterwirft. Da sich ein Theil desselben, vor seiner Verwandlung in Chlorwasserstoffsäure und Cyansäure, mit den Wasserdämpfen verflüchtigt, so mufs man, zur Verdichtung und Zurückfliefsung des etwa Verflüchtigten, einen Kolben mit langem Halse anwenden, und ihn oft umschütteln, bis das Chlorcyan und der ihm eigene Geruch gänzlich verschwunden sind. Die Flüssigkeit, welche alsdann nur ein Gemenge von Chlorwasserstoffsäure und Cyansäure ist, wird in einer Porcellanschale langsam bis zur Trockne verdampft, um den gröfseren Theil der Chlorwasserstoffsäure auszutreiben. Von den ersten Augenblicken der Verdampfung an, krystallisirt die Cyansäure mitten in der Chlorwasserstoffsäure. Um die letzten Antheile von Chlorwasserstoffsäure fortzuschaffen, wäscht man nun die Cyansäure wiederholt auf einem Filtrum aus, und zwar jedes Mal mit einer geringen Menge kalten Wassers, bis das Waschwasser mit salpetersaurem Silber nur noch einen geringen Niederschlag giebt, der in Salpetersäure löslich und in Ammoniak unlöslich ist, von einem Ueberschufs des letztern aber vermehrt wird.

Digitized by

Man löst nun die Cyansäure durch Erwärmung abermals in Wasser, filtrirt und verdampft bis zu einem gewissen Punkt, wo sich dann dieselbe beim Erkalten in Gestalt kleiner durchsichtiger, sehr reiner, rhomboïdaler Krystalle abscheiden.

Man hätte anfänglich diesen krystallinischen Körper, welcher sich mitten in der Chlorwasserstoffsäure bildete, für chlorwasserstoffsaures, oder vielmehr, wegen seiner gröfseren Unlöslichkeit, für cyansaures Ammoniak halten können; allein die Versuche, welche ich mit demselben anstellte, bewiesen, dafs er wirklich reine Cyansäure war, vorausgesetzt, dafs man die Verdampfung nicht zu weit getrieben hatte, denn alsdann bildeten sich die Producte, welche, wie gesagt, durch starke Erhitzung und bei Gegenwart von Wasser aus seiner Zersetzung hervorgehen.

Aus ihrer Verbindung mit Baryt kann man die Cyansäure abscheiden, wenn man den cyansauren Baryt mit Schwefelsäure behandelt, wie bei andern Säuren üblich ist.

Das zum Aussüfsen des Doppelt-Chlorcyans gebrauchte Wasser, welches vorhin bei Seite gesetzt worden ist, enthält Chlorwasserstoffsäure, Cyansäure, etwas Doppelt-Chlorcyan und einen gelben öligen Körper, wahrscheinlich denselben, mit dem wir uns weiterhin beschäftigen werden. Dieses Wasser mufs man zur Trockne verdunsten. Der gelbliche Rückstand, welcher Cyansäure, verunreinigt mit dieser gelben fetten Materie, ist, mufs mit starkem Alkohol gelinde erwärmt werden; dieser löst die färbende Materie auf, ohne die Cyansäure anzugreifen, welche man darauf mit einer gewissen Menge Wassers erhitzt und siedend filtrirt.

Diese Cyansäure ist, obgleich in wohl ausgebildeten prismatischen Krystallen angeschossen, dennoch gelblich; allein wegen ihrer, schon erwähnten, grofsen Stabilität, braucht man sie nur zwei bis drei Male mit Salpetersäure zu kochen, um sie völlig zu entfärben. Man dampft sie nun, bis zur gänzlichen Verjagung der Salpetersäure, vor-

Digitized by Google

sichtig zur Trockne, löst sie in warmen Wasser und filtrirt, wo dann die entstehenden Krystalle ihre frühere rhomboïdale Gestalt wieder annehmen. Dieſs ist das beste Verfahren; man kann es aber auch geradezu, ohne Anwendung von Alkohol, befolgen.

Die Analyse der Cyansäure hat das aus der Zusammensetzung des Doppelt-Chlorcyans vermuthete Bestandtheilsverhältniſs derselben in aller Strenge bestätigt.

0,1 Grm. Cyansäure, in dem üblichen Apparate mit Kupferoxyd und Kupferspähnen behandelt, gaben, nach Reduction der Temperatur auf 0° C. und des Drucks auf $0^m,76$:

	1. Versuch.	2. Versuch.	Im Mittel.
Kohlensäure, Cubikcentimeter	54,20	52,4	53,30
Stickgas	27,00	26,2	26,65

Der Rechnung nach würde man haben:

Kohlensäure	53,20 Vol.
Stickgas	26,60

Worin enthalten:

Kohlenstoff	0,02856 Gewichtstheile
Stickstoff	0,03330
Sauerstoff	0,03811
	1,00000.

Demnach besteht die Cyansäure aus:

Cyan	0,6189	= 1 Atom
Sauerstoff	0,3811	= 2 Atome *)
	1,0000.	

*) Nach den neuerlich von Berzelius angenommenen, und in dies. Ann. Bd. 86. S. 339. mitgetheilten Atomengewichten, wäre die Zusammensetzung:

des Doppelt-Chlorcyans = 2NC + 4Ch
also die der Cyansäure = 2NC + 2O.

Ferner:

die des Einfach-Chlorcyans = 2NC + 2Ch
und die der cyanichten Säure = 2NC + 1O,

Die cyanichte Säure würde also, wie es auch wirklich der Fall zu seyn scheint, eben so mittelst Wasserzersetzung aus dem

Digitized by

Aus dem Obigen geht hervor, dafs das Chlorcyan auf das Wasser eine ähnliche Wirkung hat wie die übrigen Chlorüre, die Jodüre und Bromüre; dafs dasselbe sich durch Wasserzersetzung in Chlorwasserstoffsäure und Cyansäure umwandelt, und dafs die letztere Säure, wegen ihrer geringeren Flüchtigkeit und sehr grofsen Festigkeit, durch Verdampfung, von der ersten sehr flüchtigen Säure getrennt werden kann.

Diese unmittelbare Trennung der Chlorwasserstoffsäure und Cyansäure bestätigt, meiner Meinung nach auf's Neue die Ansicht des Hrn. Gay-Lussac, dafs die Lösung des Chlorjods als ein Gemenge von Chlorwasserstoffsäure und Jodsäure zu betrachten sey, und widerlegt die Ansicht des Hrn. Davy, dafs diese Umwandlung erst bei Sättigung mit einem Alkali durch dessen Wirkung eintrete. Wenn man aus der Lösung des Chlorjods in Wasser keine Jodsäure erhalten kann, so rührt diefs daher, dafs sich die Jodsäure und Chlorwasserstoffsäure in der Wärme wiederum gegenseitig zersetzen.

Ich erinnere noch bei dieser Gelegenheit, dafs ich schon einen Beweis zu Gunsten der Meinung des Hrn. Gay-Lussac angab, als ich sagte, dafs die alkoholische Lösung des Chlorjods die Eigenschaft besitze, bei Vermischung mit einer alkoholischen Lösung von Kali in zweckmäfsiger Menge, augenblicklich saures jodsaures Kali zu geben *).

Die Entdeckung des Doppelt-Chlorcyans wird, aufser dem Interesse, welches sie für sich darbietet, noch wichtiger durch die Entdeckung der Cyansäure, weil diese der Chemie eine neue Gattung von Salzen verschafft.

Ich habe die Cyansäure mit verschiedenen Oxyden

Einfach-Chlorcyan (S. dies. Ann. Bd. 87. S. 87.) entstehen, wie die Cyansäure aus dem Doppelt-Chlorcyan; ein Umstand, der gewifs sehr zu Gunsten der vom Dr. Wöhler ausgemittelten Zusammensetzung dieser minder oxydirten Säure spricht. *P.*

*) *Annal. de chim. et de physique, T. XXII. p.* 179

Digitized by Google

verbunden, und schon einige ihrer Verbindungen untersucht, wie z. B. die mit Kali, Baryt, Ammoniak, Silber. Alle diese Salze verpuffen nicht; dagegen geben sie sämmtlich, mit Kalium behandelt, auf Zusatz von schwefelsaurem Eisen und einer Säure, Berlinerblau, was sie vorher nicht thaten.

Da die cyansauren Salze zahlreich seyn können, und ein sorgfältiges Studium verlangen, so behalte ich sie mir für eine besondere Abhandlung vor.

Ich bemerke nur, dafs die von mir dargestellten cyansauren Salze nicht die Kennzeichen derjenigen besitzen, welche Hr. Wöhler mit diesen Namen belegt hat. Sie lassen sich auflösen, durch Sieden abdampfen, wieder auflösen und mehrmals umkrystallisiren, ohne dabei eine Veränderung zu erleiden.

Die von mir zuvor erwähnte Verbindung der Cyansäure mit Ammoniak hat in ihren Eigenschaften keine Aehnlichkeit mit der, welche dieser geschickte Chemiker bei Verbindung seiner Säure mit demselben Alkali erhalten hat, und welche, was eine recht merkwürdige Thatsache ist, dem aus den Urin abscheidbaren Harnstoff durchaus ähnlich ist.

Ich habe auch, wie Hr. Liebig, bei der Bereitung des cyansauren Kali's nach Hrn. Wöhler's Vorschrift, aus einem Gemenge von Cyan-Eisen-Kalium und Manganhyperoxyd, bemerkt, dafs dieses Gemenge, ehe die Temperatur bis zur Rothgluth gesteigert worden, wie ein Pyrophor brennt, und dabei viel Ammoniak entwickelt. Ich habe diese Feuererscheinung schon früher gesehen, jedesmal wenn ich Gelegenheit hatte Cyan-Eisen-Kalium zur Zerstörung des Cyaneisens zu erhitzen; die geschmolzene Masse erhielt sich, selbst vom Feuer genommen, sehr lange rothglühend.

Die Cyansäure, von der hier die Rede ist, unterscheidet sich also, wie man gesehen, durch ihre Stabilität von der des Hrn. Wöhler. Eben so weicht sie von dieser

Digitized by Google

durch das Verhältnifs ihrer Bestandtheile ab; denn dieser Chemiker findet die letztere Säure, zufolge der Analysen ihrer Verbindungen, zusammengesetzt aus einem Atom Cyan und einem Atom Sauerstoff, welches Verhältnifs wahrscheinlich einer weniger oxydirten Säure, der cyanichten Säure, entspricht, die vielleicht mittelst Wasserzersetzung aus dem (gasigen) Einfach-Chlorcyan dargestellt werden kann.

Da das Salz (*cyanichtsaures Kali*), welches aus der Verbindung der weniger oxydirten Cyansäure mit Kali entsteht, in der Siedhitze durch Wasser leicht zersetzt wird, so mufs es 2 Atome Kohlensäure und 1 Atom Ammoniak geben, woraus 1 Atom kohlensaures Ammoniak und 1 Atom kohlensaures Kali, oder 1 Atom Ammoniak und 1 Atom doppelt-kohlensaures Kali entspringen. Hr. Wöhler hat diese Umwandlung in kohlensaures Kali und Ammoniak bestätigt gefunden *); während die Verbindung des Kali mit der höher oxydirten Cyansäure, das *cyansaure Kali*, unter gleichen Umständen kohlensaures Kali und kohlensaures Ammoniak, in denselben Verhältnissen, und überdiefs noch ein Atom Sauerstoff geben würde. Die Entweichung des letzteren wird durch keine Reaction betrieben, und diefs ist wahrscheinlich die Ursache, dafs diese Säure der Zersetzung widersteht oder eine solche Stabilität besitzt.

III. Betrachtungen über die gelbe Flüssigkeit, welche man durch Einwirkung des Chlors auf eine Lösung des Cyanquecksilbers unter dem Einflusse des Sonnenlichtes erhält **).

Die Entdeckung einer neuen Verbindung von Chlor und Cyan mufste mir natürlich den Gedanken einflöfsen, dafs es von derselben noch eine andere Flüssigkeit gäbe. Wenn

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XXVII. p.* 197. (dies. Ann. Bd. 77. S. 117.)

**) Man sehe diese Ann. Bd. 87. S. 94. *P.*

Digitized by Google

Wenn die obige Analyse des Doppelt-Chlorcyans, nach welcher dasselbe gerade doppelt so viel Chlor als das gasige (Einfach-) Chlorcyan enthält, genau ist, so läfst sich schwerlich eine Verbindungsstufe zwischen der gasigen und starren annehmen; obgleich diefs die gewöhnliche Reihenfolge bei Verbindungen ist; darnach würde diese Flüssigkeit aus 2 Atomen Cyan und 3 Atomen Chlor bestehen.

Indefs bin ich auf die Untersuchung der gelben Flüssigkeit, welche sich im Sonnenschein bei Einwirkung des Chlors auf eine Lösung von Cyanquecksilber bildet, zurückgekommen; anfangs glaubte ich, dieselbe sey eine Verbindung von Chlor und Cyan, allein Gründe, die ich damals näher entwickelte, bewogen mich, sie für ein Gemenge von Chlorstickstoff und Einfach-Chlorkohlenstoff zu halten.

Zufolge der neuen Untersuchung, welche ich angestellt habe, wird diese Ansicht, wenn nicht gänzlich umgewandelt, doch sehr abgeändert, da ich bei dieser gelben Flüssigkeit immer Eigenschaften gefunden habe, die sehr verschieden sind von denen der beiden andern Chlorverbindungen des Cyans, unter andern die, dafs es, bei der geringsten Erwärmung, augenblicklich viel Stickgas, etwas Kohlensäure, Chlorwasserstoffsäure und zugleich Doppelt-Chlorkohlenstoff liefert. Die beiden andern Verbindungen von Chlor und Cyan, die gasförmige und starre, lassen sich dagegen aus dem Wasser, wenn sie auch lange in demselben gelöst oder aufbewahrt worden, zum grofsen Theil unverändert wieder abscheiden. Nur ein kleiner Theil verwandelt sich, wie gesagt, durch Wasserzersetzung langsam und ohne Gasentwicklung in Chlorwasserstoffsäure und starre Cyansäure, oder, beim gasigen Chlorcyan, wahrscheinlich in cyanichte Säure.

Da indefs diese gelbe Flüssigkeit, nachdem sie zuvor mit Kalium verbunden worden, auf Zusatz von schwefelsaurem Eisenoxydul und einer Säure Berlinerblau und,

Digitized by Google

mit Silbersalzen, Chlorsilber giebt; so ist einzusehen, dafs sie Chlorcyan enthält, aber gemischt mit anderen Körpern, welche die Eigenschaften desselben auf eine sonderbare Weise abändern. Man könnte annehmen, dafs es ein Gemenge von Chlorstickstoff und Einfach-Chlorkohlenstoff wäre, welches Doppelt-Chlorcyan aufgelöst enthielte: denn der letztere Körper löst sich nach meinen Versuchen sehr gut in der gelben Flüssigkeit.

Unterdefs will ich von einer Eigenschaft dieser gelben Flüssigkeit reden, welche ich neulich aufgefunden habe, und eine ihrer merkwürdigsten ist.

Wenn man kleine Portionen dieser gelben Flüssigkeit mit Kalium, mittelst eines Glasstabes, zusammenknetet, und darauf gelinde erwärmt, so tritt eine starke Verpuffung ein.

Wenn man Kalium auf einem Porzellanscherben gelinde erwärmt, und nun einige Tropfen von der gelben Flüssigkeit darauf bringt, so erfolgt eine ruhige Verbrennung mit einer grünlichweifsen Flamme. In diesem Zustande braucht man nur mittelst eines Stabes eine neue Portion von der gelben Flüssigkeit darauf zu bringen und zu drücken, um sogleich eine Detonation hervorzurufen. Wenn man den Glasstab mit einem gelinden Drucke auf der Substanz herumführt, so erfolgen fortwährende Verpuffungen mit einer röthlichen Flamme, derjenigen ähnlich, welche bei der Zersetzung von knallsauren Salzen oder Jodstickstoff entstehen. Man bemerkt zugleich, dafs in der Luft ein weifser Körper, wahrscheinlich Chlorkalium, erstarrt, allein diefs wird von einem stechenden Geruch begleitet, der dem des Chlorcyans ähnlich ist.

Diese Eigenschaft der gelben Flüssigkeit hätte ich zwar von dem Chlorstickstoff, dessen Stabilität ich seiner innigen Vermischung mit Chlorkohlenstoff zuschrieb, herleiten können; allein dennoch versuchte ich zu erweisen, ob in der Flüssigkeit ein Chlorcyan, oder, in Folge ihrer

Digitized by Google

Berührung mit Wasser, eine Cyansäure oder cyanichte Säure vorhanden wäre.

Zu dem Ende, und um das etwa entweichende Gas aufzufangen, brachte ich vier bis fünf Tropfen von der gelben Flüssigkeit in ein durch Quecksilber abgesperrtes Rohr. Diese Flüssigkeit hatte ich seit dem Anfang meiner Versuche, d. h. seit länger als einem Jahr, unter Wasser aufbewahrt, und seit der Zeit hatte sie beständig, wie sie es jetzt noch thut, Stickgas und Kohlensäure entwickelt, und Chlorkohlenstoff abgesetzt. Nachdem die vier oder fünf Tropfen dieser so lange bewahrten Flüssigkeit in das Rohr gebracht waren, steckte ich ein kleines Stück Kalium hinein. So wie beide in Berührung kamen, wurde augenblicklich eine geringe Menge Gas entwickelt, was ich einem etwa noch vorhandenen geringen Wassergehalt der gelben Flüssigkeit zuschrieb.

Nach mehrstündiger Berührung, die ich ab und zu durch Umschütteln noch zu befördern suchte, wollte ich die Kohlensäure, die sich meiner Meinung nach durch successive Wirkung des Kaliums und einer Säure gebildet haben mufste, aufsammeln, und brachte daher, immer das Daseyn einer Cyanverbindung voraussetzend, einige Tropfen Chlorwasserstoffsäure hinein. Diese bewirkten eine abermalige Gasentwicklung, und als ich diefs Gemenge mehrmals umschüttelte, zersprang dabei das Rohr durch eine heftige Detonation unter meinen Händen.

Die gelbe Flüssigkeit (welche, wie ich erinnern mufs, von Hrn. Gay-Lussac, in seiner schönen Arbeit über die Cyanwasserstoffsäure, für eine Verbindung von Chlor und Cyan ausgegeben ist), ist kurz nach ihrer Bildung durchsichtig; allein sie trübt sich bald und entwickelt eine sehr beträchtliche Menge Gas. Von der Lösung, in welcher sie entstanden, getrennt, und, entweder für sich oder mit Chlorcalcium, einer Destillation unterworfen,

geräth sie bei der schwächsten Erwärmung in ein lebhaftes Sieden, und giebt abermals eine sehr grofse Menge Gas, bestehend aus Stickgas und nicht voll einem Viertel lensäure, wobei zugleich auch Dämpfe von Chlorwasserstoffsäure zum Vorschein kommen.

Setzt man die Destillation so lange fort, bis alles in den Recipienten übergeht, so entwickelt sich gegen das Ende fast weder Gas noch Chlorwasserstoffsäure, und die überdestillirte Flüssigkeit setzt beim Erkalten eine krystallisirte Materie ab, die noch den ungemein stechenden Geruch der gelben Flüssigkeit besitzt; diesen Geruch verliert sie aber durch mehrmaliges Ausdrücken zwischen Josephspapier, und sie behält alsdann nur noch einen aromatischen, dem Campher ähnlichen Geruch.

Wenn man die bereits destillirte und farblose Flüssigkeit, nachdem sie die krystailisirte Substanz abgesetzt hat, abermals destillirt, so erhält man kein Gas mehr, sondern wiederum eine krystallisirte Substanz, welche man, wie die erste, durch gelinde Erwärmung in der Flüssigkeit, aus welcher sie sich abgesetzt hat, auflösen und durch Abkühlen von neuem aus derselben heraus krystallisiren lassen kann *).

Wird die gelbe Flüssigkeit, vor oder nach der Destillation, mit Ammoniakflüssigkeit oder kaustischem Kali behandelt, so zersetzt sie sich allmälig, und es bleibt eine unlösliche Substanz zurück, welche noch etwas von der stechenden Flüssigkeit zurückbehält, aber, nach Auspressen zwischen Josephspapier, diesen stechenden Geruch verliert, und dann nur noch wie Campher riecht.

Endlich giebt die Flüssigkeit, sie mag nun noch gelb, oder durch Destillation entfärbt und dabei ihres

*) Diese Krystalle geben, wie die des Doppelt-Chlorcyans, zuweilen bei Vereinigung mit Kalium kleine Fulminationen; diefs kann, bei den ersteren, davon herrühren, dafs sie mit einer kleinen Menge der ungemein stark verpuffenden Flüssigkeit durchzogen geblieben sind.

Digitized by Google

Ueberschusses von der krystallisirten Substanz, welchen sie nicht mehr aufgelöst halten kann, beraubt worden seyn, bei Berührung mit Kalium eine Verbindung, welche durch Druck oder Erwärmung mit der gröfsten Heftigkeit verpufft.

Die hieraus zu ziehenden Schlüsse sind folgende:

Die gelbe Flüssigkeit, welche man unter dem Einflufs des Sonnenlichts durch Einwirkung des Chlors auf eine Lösung von Cyanquecksilber erhält, ist, unmittelbar nach ihrer Bildung, eine Vereinigung von Chlorstickstoff, einem flüssigen Chlorcyan, und darin aufgelösten Doppelt-Chlorkohlenstoff.

Der Chlorstickstoff zersetzt sich leicht, und, wegen seiner Vereinigung mit Chlorkohlenstoff und Chlorcyan, ohne Detonation, und es entstehen in Folge dieser Zersetzung, der des Wassers und wahrscheinlich auch der einer grofsen Menge von flüssigem Chlorcyan: Chlorwasserstoffsäure, Stickstoff und Kohlensäure. Die ungemein grofse Erzeugung von Stickgas in Bezug auf die der Kohlensäure, läfst sich nicht allein durch Zersetzung von Chlorcyan erklären, denn diese würde vermöge des Cyans geben: 1 Vol. Stickgas und 2 Vol. Kohlensäure, während man dagegen in Wirklichkeit 3 Vol. Stickstoff auf 1 Vol. Kohlensäure hat.

Die Zersetzung des Chlorstickstoffs und Chlorcyans mufs nothwendig die Ausscheidung einer grofsen Menge von dem in ihnen aufgelösten Chlorkohlenstoff herbeiführen.

Die gelbe Flüssigkeit ist, nach der Destillation, also nach der Zersetzung des Chlorstickstoffs, durchsichtig und farblos, riecht aber immer noch sehr stechend. Sie kann als flüssiges Chlorcyan, das Doppelt-Chlorkohlenstoff aufgelöst hält, betrachtet werden; denn man hat gesehen, dafs bei Behandlung dieser weifsen Flüssigkeit mit Ammoniak, Chlorkohlenstoff zurückbleibt, welcher von den Alkalien, die beide Arten vom Chlorcyan absorbiren und zerstören, nicht angegriffen wird.

Digitized by Google

Man sieht, dafs die Frage über die Natur der Flüssigkeit, welche unter dem Einflusse des Lichtes aus der Wirkung zwischen Chlor und einer Cyanquecksilber-Lösung hervorgeht, nicht erledigt ist, sondern neue Untersuchungen erforderlich macht. Ich habe mir vorgenommen, diese Untersuchungen fortzusetzen, allein sie können nur unterbrochen vorgenommen werden; denn aufser der Gefahr vor Detonationen, hat man sich auch vor den Dünsten dieses Körpers zu hüten, die schmerzhafte Thränen erregen, und die Respirationsorgane in dem Grade angreifen, dafs die Beobachtung sehr schwierig wird.

VII. *Ueber die Darstellung von Salpetersäure aus der Kohlenstickstoffsäure*

(Aus einem Schreiben des Hrn. Prof. Liebig an den Herausgeber.)

— Vor meiner Abreise nach Paris hatte ich nicht Zeit, die Versuche des Hrn. Dr. Wöhler (d. Ann. Bd. XIII. p. 488.) zu wiederholen; allein in Hrn. Gay-Lussac's Laboratorium benutzte ich einige freie Augenblicke hiezu, und, wie sich voraussehen liefs, die Erzeugung der Salpetersäure bestätigte sich vollkommen. Ich sage Erzeugung, weil viele, wenn nicht alle, stickstoffhaltige Körper sich ohne Zweifel eben so verhalten. Wenigstens gab uns Harnsäure, mit Schwefelsäure und Braunstein destillirt, eine bedeutende Menge Salpetersäure. Diese Harnsäure war Schlangenexcrement und nie mit Salpetersäure in Berührung gekommen. Der Schlufs, dafs die Kohlenstickstoffsäure eine Verbindung von Salpetersäure und Kohlenstoff sey, scheint mir hienach nicht annehmbar; dagegen ist jener Versuch offenbar von hohem Interesse für die künstliche Erzeugung der Salpetersäure. —

Digitized by Google

VIII. *Ueber das Eisensilicat von Bodenmais (Thraulit); von Prof. Dr. Fr. v. Kobell in München.*

Es findet sich im XIII. Bd. St. 3. S. 505. dieser Annalen die Analyse eines Eisensilicats von Bodenmais, welches dem, Hisingerit benannten, Fossil von Riddarhyttan sehr nahe steht. Da ich zufällig ein ziemlich reines Stück von diesem Mineral erhielt, so wiederholte ich die Analyse desselben, da Hisinger, welcher es zuerst analysirte, in sofern die Analyse unvollständig liefs, als er den Wassergehalt des Minerals wegen Mangel an hinreichender Menge nicht ausmitteln konnte.

20 Gr. des feinen Pulvers wurden mit Salzsäure zersetzt. Es schieden sich bei der Auflösung aufser der schleimartigen Kieselerde noch einige weifsliche leichte Flocken aus, welche ich für Schwefel hielt. Nach gehörigem Eindampfen und Wiederauflösen wurde der Rückstand auf das Filtrum gebracht; er wog scharf getrocknet 6,3 Gr. Hierauf geglüht zeigte sich ein schwacher Geruch nach schwefllichter Säure, und ein Gewichtsverlust von 0,18 Gr. Betrachtet man diese als von fortgebranntem Schwefel herrührend, so bleiben für die Kieselerde 6,12 Gr. Sie war übrigens vollkommen rein.

Aus der Auflösung, welche keine Spur von Schwefelsäure enthielt, wurde, nachdem sie eine Zeit lang mit etwas zugesetzter Salpetersäure gekocht worden war, das Eisenoxyd mit Aetzammoniak gefällt. Es wog nach dem Glühen 10,32 Gr., und wurde nicht im mindesten vom Magnet gezogen.

20 Gr. von demselben Stücke wurden über der Weingeistlampe ausgeglüht; sie verloren 3,84 an Gewicht. Es zeigte sich dabei ein schwacher Geruch von schwefllichter Säure. Nimmt man hier eine gleiche Menge

Digitized by Google

Schwefel an, wie bei der vorigen Quantität, so bleiben für das reine Silicat noch 3,74 Wasser.

Sonach gab die Analyse:

Kieselerde	6,12
Eisenoxyd	10,32
Schwefel	0,18
Wasser	3,74
	20,36.

Da das Mineral mit Magnetkies vorkommt, so rührt der Schwefel ohne Zweifel von einer geringen Einmengung desselben her. Es sind daher für 0,18 Schwefel 0,26 Eisen, im oxydirten Zustande also 0,37, von der gefundenen Quantität des Eisenoxyds abzuziehen, wonach sich also ergiebt:

Kieselerde	6,12	
Eisenoxyd	9,95	
Schwefel	0,18	} Magnetkies
Eisen	0,26	
Wasser	3,74	
	20,25.	

Zieht man den Magnetkies, als Gemengtheil, ab, und berechnet man, mit Rücksicht auf den Ueberschufs in der Analyse, die Mischungstheile für 100, so erhält man:

		Sauerstoffmengen.
Kieselerde	31,28	16,25
Eisenoxyd	50,86	15,59
Wasser	19,12	16,99
	101,26.	

Man kann demnach dieses Mineral als eine Verbindung von kieselsaurem Eisenoxyd mit Wasser betrachten, und dafür die Formel FS + Aq schreiben.

Will man aber das Eisen als *oxydum ferroso-ferricum* annehmen, so erhält man:

Digitized by Google

			Sauerstoffgehalt.
	Kieselerde	31,28	16,25
Eisenoxydul-Oxyd 49,12	Eisenoxyd	33,90	10,39
	Eisenoxydul	15,22	3,46
	Wasser	19,12	16,99
		99,52.	

In dieser Voraussetzung wird die Formel $fS^2+3FS+5Aq$, wobei jedoch die Kieselerde nicht völlig zur Sättigung der Basen hinreicht. Ich möchte daher der erstern Formel den Vorzug geben, und den Ueberschufs von der nicht vollkommen auszumittelnden Menge des eingemengten Schwefeleisens, mithin einer etwas zu grofsen Angabe des Wassergehalts, herleiten. Welche Ansicht aber auch die richtigere seyn möge, so ist doch in keinem Falle die Mischung dieses Minerals mit der des Hisingerits von Riddarhyttan zu vereinigen, für welche Hisinger die wohl passende Formel $fS^3+3FS+6Aq$ gefunden hat.

Ich glaube daher, dafs das Eisensilicat von Bodenmais als eine eigene Species zu betrachten sey, und erlaube mir, dafür den Namen *Thraulit* (von θραυλὸς zerbrechlich, mürbe) in Vorschlag zu bringen.

IX. *Meteoreisen. gefunden in der Wüste Atacama in Peru.*

Wie bekannt unterscheidet sich das von Pallas in Sibirien aufgefundene Meteoreisen durch seine äufsere Beschaffenheit auffallend von allen übrigen, indem keins so viele und mit Olivin gefüllte Höhlungen einschliefst wie dieses. Es ist also schon in sofern die Nachricht nicht ohne Interesse, dafs man am entgegengesetzten Ende der Welt, in der zwischen Chili und Peru an der Küste der Südsee liegenden Wüste Atacama Eisenstücke entdeckt hat, welche jener so berühmt gewordenen Masse völlig gleichen, und also höchst wahrscheinlich auch ähnlichen Ursprungs mit derselben sind. Wir verdanken diese Belehrung zunächst Hrn. Thomas Allan in Edinburgh, welcher die von Hrn. Woodbine Parish, brittischem General-Consul in Buenos Ayres, eingesandten Stücke beschrieben, und die von diesem und dem Dr. Redhead erhaltenen Nachrichten in den *Edinb. Transact. Vol. XI. p.* 223. bekannt gemacht hat.

Dem Berichte des Letzteren zufolge, sind die Stücke

Digitized by Google

von einem etwa auf drei Zentner geschätzten Haufen eben solcher Art genommen. Man findet sie an dem Ausgehenden eines am Fufse eines Berges vorhandenen und eine halbe Elle mächtigen Ganges von solidem Eisen (*barra*); auch ist die gegenüberliegende Fläche mit ähnlichen Stücken bestreuet. Der Indianer, welcher dieselben brachte, nannte sie »*Reventazones*«, und meinte, sie wären durch Explosionen aus den Gruben erzeugt. Er war beauftragt worden, ein Stück von dem Gange und dessen Muttergestein zu bringen, allein er sagte, diefs wäre ihm wegen Mangels an Werkzeugen nicht möglich gewesen. Er hatte sich deshalb begnügt, am Fufse des Berges, wo der Gang zu Tage kam, einige Stücke aufzulesen. Ist es wahr, dafs das Metall in einem Gange vorkommt, wie die erprobte Rechtlichkeit dieses Indianers glauben lassen mufs, so wäre es der erste bekannte Fall dieser Art.

Ein späteres Schreiben von Hrn. W. Parish lautet ähnlich. Die von Dr. Redhead gegebene Nachricht, heifst es nämlich darin, ist seitdem durch andere Berichte von verschiedenen Personen vollkommen bestätigt. Diefs Eisen ist in der Provinz Atacama in Peru, ungefähr 20 Leagues von dem Hafen *Cobija*, bei dem Dorfe San Pedro gefunden worden, theils anstehend in einem Berge in grofsen Massen, theils am Fufse desselben zerstreut auf der Fläche, bis 3 oder 4 Leagues weit, in Stücken, die den hieher gesandte ähnlich, zuweilen aber von beträchtlicher Gröfse sind. — Diese Nachrichten scheinen nun zwar der Meinung, dafs diese Eisenstücke meteorischen Ursprungs seyen, zu widersprechen; allein, wie Hr. Allan sehr richtig bemerkt, können die Aussagen jener Eingebornen, so lange nicht ihre Richtigkeit durch einen Sachkundigen an Ort und Stelle bestätigt, und die Identität der anstehenden Masse mit den losen Stücken erwiesen worden ist, die Gründe nicht überwiegen, welche sich für diese Meinung aus der Beschaffenheit des Eisens ergeben, und auch durch die chemische Zerlegung desselben unterstützt werden. Hr. Dr. Turner fand nämlich, durch eine flüchtige Analyse, aufser dem Eisen, nahe an 11 Proc. Nickel, und etwas weniger als 1 Proc. Kobalt als Bestandtheile dieser Masse. Das spec. Gewicht derselben war =6,687, zu einem Nagel ausgeschmiedet, aber =7,188.

Digitized by Google

X. *Ueber ein neues Selenerz vom Harz; von Gustav Rose.*

Unter den Stufen von *Selenblei* von *Tilkerode* am östlichen Harz, die sich in der Königlichen Mineraliensammlung in Berlin befinden, fielen mir einige Stücke auf, an denen man ganz deutlich kleine Gänge bemerken konnte, die besonders deutlich in dem das Selenblei begleitenden röthlichen und dichten Bitterspath zu erkennen waren, aber auch in das körnige Selenblei fortsetzten. Die Gänge, die höchstens die Mächtigkeit von einer Linie erreichten, waren mit einer Substanz ausgefüllt, die im Ganzen dem Selenblei glich. In der Meinung, dafs sie recht reines Selenblei seyn könnte, nahm ich sie heraus, um ihr specifisches Gewicht zu bestimmen. Als ich sie aber zuvor vor dem Löthrohr untersuchte, fand ich, dafs sie sich ganz anders verhielt, und der Hauptsache nach aus *Selensilber* bestand.

Das Selensilber läfst sich sehr leicht von dem Bitterspath ablösen, und man erhält so Plättchen von der Dicke des Ganges. Diese kleinen Platten sind aber ganz krystallinisch, und leicht und vollkommen in 3 Richtungen spaltbar, die sich unter Winkeln von 90° schneiden. Die 3 Spaltungsflächen sind dem Ansehn nach von gleicher Vollkommenheit, und daher wohl parallel den Flächen des Würfels.

Es ist von Farbe eisenschwarz, und ziemlich von der Farbe des braunstrichigen Graubraunsteinerzes, im Strich unverändert, stark metallischglänzend und undurchsichtig.

Es ist geschmeidig, doch nicht so sehr wie das Schwefelsilber oder Glaserz, die Härte ist zwischen der des Steinsalzes und des Kalkspathes, das spec. Gew. = 8,00 bei einer Temperatur von 17° R.

Digitized by Google

Die dünnen Platten sind zuweilen mit einer feinen Rinde einer messinggelben metallischglänzenden Substanz bedeckt, die wie Kupferkies aussieht, und gleichsam das Saalband des Selensilbers bildet.

Vor dem Löthrohr im Kolben erhitzt, schmilzt es, und bildet ein sehr geringes Sublimat. In der offnen Röhre bildet sich auch nur ein geringes Sublimat von rothem Selen, über welches sich kleine sternförmige Krystalle von selenichter Säure ansetzen, die nach einiger Zeit zerfliefsen und kleine Tropfen bilden. Die Luft, die aus der Röhre steigt, riecht stark nach Selen. Auf der Kohle schmilzt es in der äufseren Flamme ruhig, in der innern mit Schäumen, und glüht beim Erstarren wieder auf, fast eben so deutlich wie Magnetkies.

Mit Soda auf der Kohle wird es reducirt; das Korn ist glänzend, so lange es heifs ist, überzieht sich aber beim Erkalten mit einer schwarzen Haut. Setzt man Borax hinzu, so bleibt das Korn auch nach dem Erstarren glänzend. Es ist silberweifs, sehr geschmeidig, und verhält sich wie reines Silber.

Mit Soda gemengt und im Glaskolben erhitzt, bildet sich kein Sublimat.

In rauchender Salpetersäure ist es ziemlich leicht, in verdünnter Salpetersäure dagegen nur sehr schwer auflöslich.

Um die relative Menge der Bestandtheile zu finden, die, wie sich aus dem Verhalten vor dem Löthrohr ergiebt, in Selen und Silber bestehen, wozu noch Blei zu rechnen ist, das aber erst bei der Analyse aufgefunden wurde, löste ich 1,126 Grammen in rauchender Salpetersäure auf. Die Auflösung wurde mit Wasser verdünnt, und mit Chlorwasserstoffsäure gefällt. Das gefällte und gut ausgesüfste Chlorsilber wog geschmolzen 0,980 Grm., entsprechend einem Gehalt von 65,56 Proc. Silber im Mineral. Die filtrirte Flüssigkeit wurde mit Ammoniak neutralisirt, und mit einem Ueberschufs von was-

Digitized by Google

serstoffschwefligem Schwefelammonium versetzt. Es schlug sich hierbei Schwefelblei nieder, während das Selen in dem Ueberschufs des wasserstoffschwefligen Schwefelammoniums aufgelöst blieb. Das Schwefelblei wurde filtrirt und durch Salpetersäure vollkommen oxydirt; es gab 0,081 Grm. schwefelsaures Bleioxyd, welche 4,91 Proc. Blei im Mineral anzeigen. Das schwefelsaure Bleioxyd sah jedoch nicht weifs, sondern bräunlichroth aus, welches von beigemengtem Eisenoxyd herrührte, deren Menge nicht weiter bestimmt wurde, das sich aber als solches vor dem Löthrohr erwies.

Da nun 65,56 Silber 24,05 Selen, und 4,91 Blei 1,88 Selen aufnehmen, so würde nach dieser Analyse das Selenerz aus 89,61 Selensilber und 6,79 Selenblei bestehen, wobei sich aber ein Verlust von 3,6 Proc. ergäbe, der nur zum Theil daher rühren kann, dafs das Blei eisenhaltig ist, das Eisen aber eine gröfsere Capacität für Selen hat als das Blei. Ich habe indefs die Analyse nicht wiederholen wollen, um nicht zu viel von dem Material zu verbrauchen. Diefs wird jedoch wohl bald geschehen können, da das Selenblei jetzt wieder am Harze vorgekommen ist, und also auch das Selensilber wohl häufiger wird gefunden werden.

Es scheint wohl am zweckmäfsigsten, für das neue Mineral den Namen *Selensilber* einstweilen beizubehalten. Es kommt zwar nach del Rio *) auch in Mexico ein Selensilber vor, das nicht dasselbe zu seyn scheint, da es in sechsseitigen Tafeln krystallisiren soll; doch ist uns davon noch zu wenig bekannt. Der von Berzelius entdeckte und analysirte Eukairit ist bekanntlich eine Verbindung von Selensilber mit Selenkupfer.

*) Poggendorff's Annalen, Bd. 10. S. 323.

Digitized by

XI. *Ueber das specifische Gewicht der Körper, als Kennzeichen der Mineralien; von Hrn. F. S. Beudant.*

(*Annal. de chim. et de phys. XXXVIII. p.* 398.)

Wenn man erwägt, in welchem innigen Zusammenhange das specifische Gewicht mit der Natur der Körper steht, so ist man genöthigt, dasselbe für ein wichtiges Kennzeichen zur Bestimmung der Mineralspecies anzusehen. Untersucht man indefs die in den Lehrbüchern der Mineralogie befindlichen Angaben, so stöfst man bald auf solche Abweichungen, dafs man unmöglich einiges Vertrauen in dieses Kennzeichen setzen kann. Wendet man sich z. B. zum Kalkspath, so findet man über dessen specifisches Gewicht Angaben, die zwischen 2,324 und 3,672 schwanken, wonach also die Unterschiede bei Exemplaren der nämlichen Substanz gröfser sind, als bei gänzlich von einander verschiedenen Mineralien.

Diese Schwankungen in den Zahlenwerthen für das specifische Gewicht sind mir seit langer Zeit aufgefallen, und ich habe sie einerseits dem Umstande zugeschrieben, dafs der Substanz oft fremdartige Stoffe beigemischt sind, und andrerseits dem, dafs das specifische Gewicht von unterschiedlichen Personen bestimmt worden ist, die nicht alle mit gleicher Sorgfalt gewägt, und überdiefs verschiedene Methoden dabei angewandt haben mögen. Ich glaubte daher, dafs die Unterschiede, wenigstens bei den reinen Substanzen, verschwinden würden, wenn man diese Gattung von Untersuchungen abermals vornähme. Als ich selbst indefs das specifische Gewicht einiger Varietäten von verschiedenen Substanzen bestimmte, fand ich gleichfalls Schwankungen, welche zwar weit geringer als die von andern Mineralogen beobachteten waren, sich

Digitized by Google

aber dennoch als wirklich daseyend zu erkennen gaben, und deshalb zu einem sorgfältigen Studium aufforderten. Ich fuhr daher so viel wie möglich fort, das specifische Gewicht von verschiedenen Varietäten derselben Substanzen zu bestimmen, beschränkte mich jedoch nur auf diejenigen, die hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung identisch waren, so dafs ich nur den Einflufs der Beimengungen zu erwägen hatte. Die Resultate, zu denen ich gelangte, zeigt die folgende Tafel:

1. Kalkspath, reiner kohlensaurer Kalk.

		Specif. Gewicht.
In kleinen Krystallen	Rhomboëdrische . .	2,7234 2,7233 2,7231
	In regelmäfsig sechsseitigen Prismen. . .	2,7227 2,7225
	Drei- und Drei-Kantner	2,7224 2,7223
Isländischer, durchsichtig und recht homogen .		2,7213
Isländischer, durchsichtig, aber aus kleinen regelmäfsig gelagerten Krystallen bestehend		2,7138
Isländischer, durchsichtig, aber aus kleinen unregelmäfsig gelagerten Krystallen bestehend		2,7131
Stück eines grofsen Drei- und Drei-Kantners von Derbyshire		2,71303
Stück eines grofsen rhomboëdrischen Krystalls mit Zuschärfungen der Seitenkanten . . .		2,71124
Grofsblättriger		2,7069 2,7068
Kleinblättriger		2,7069 2,7061 2,7058
Körniger, aber etwas Bittererde enthaltend .		2,7063
Fasriger, mit zarten, geraden parallelen Fasern		2,7056

Digitized by Google

	Specif. Gewicht.
Fasriger, mit dicken divergirenden Fasern .	2,7041
Zart und durcheinanderlaufend fasriger . .	2,6937
Blättrig-dichter	2,7102
Fasrig-dichter	2,7092
Dichter, von muschlichem Bruch	2,7195
Fasrige Stalactiten	2,7049
Dichte röhrenförmige Stalactiten	2,5239

Die unreinen Abarten sind bald schwerer, bald leichter als die reinen, denen sie sich durch ihre Gestalt oder ihr Gefüge nähern.

2. Arragonit, reiner kohlensaurer Kalk.

In kleinen Krystallen	2,9467 2,9459 2,9457
In grofsen, sichtlich aus kleinen bestehenden, Krystallen	2,9071 2,9069
In Zwillingskrystallen von Leogang . . .	2,9063
- - - von Arragon	2,9058 2,9053
Fasriger, mit geraden parallelen Fasern . .	2,9297 2,9287
Durcheinanderlaufend-fasriger	2,9169 2,9158
Fasrig-dichter	2,9283
Korallenartiger, durchsichtiger, mit Krystallpünktchen	2,8321
Korallenartiger, opaker, mit glatter Fläche	2,7647

3. Malachit, reines grünes kohlensaures Kupferoxydhydrat.

Sehr kleine Krystalle, von der Oberfläche einer fasrigen Masse genommen	3,5907

Durch

Digitized by Google

	Specif. Gewicht.
Durch Afterbildung entstandener, in Gestalt des blauen kohlensaur. Kupfers, und von fasrigem Gefüge	3,3572 3,3547
Durch Afterbildung entstandener, in Gestalt des Rothkupfererzes	3,3496
Fasriger, mit geraden divergirenden Fasern	3,5734
Fasrig-dichter	3,5812
Nierförmig-schaliger	3,5673

4. Reines kohlensaures Bleioxyd.

Kleine durchsichtige Krystalle	6,7293
Grofse Krystalle	6,7239 6,7231 6,7228
Zwillings-Krystalle	6,7217
Fasriges, durchsichtig, mit parellelen Fasern	6,7119
Fasriges, opak, mit divergirenden und etwas durcheinanderlaufenden Fasern	6,7108 6,7102

5. Gyps, wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk.

Kleine Krystalle	2,3257
Grofse, durchsichtige, regelmäfsige Krystalle	2,3243 2,3241
Grofse verwitterte Krystalle	2,3121 2,3115
Blättriger	2,3091 2,3087
Fasriger, mit kleinen parallelen krummen Fasern	2,2985
Fasriger, mit grofsen krummen Fasern	2,2859
Kreuzförmiger	2,2858
Schneeförmiger	2,2615
Blättrig-dichter	2,3175 2,3112
Fasrig-dichter	2,3121

Digitized by Google

Specif. Gewicht.

6. Schwefelsaurer Strontian.

Kleine Krystalle	3,9593
Grofse Krystalle	3,9582 3,9579 3,9577
Divergirend-fasriger	3,9410
Durcheinanderlaufend-fasriger	3,9297

7. Reines Schwefelblei.

Kleine Krystalle	cubische	7,7593 7,7585
	octaëdrische	7,7576 7,7569 7,7568
Grofse Krystalle		7,7384 7,7298 7,7169 7,6593
Sechsseitiges Prisma, aus vollständiger Zersetzung des phosphorsauren Bleioxyds entstanden		7,6389 7,6107
Rectanguläre Octaëder, aus der Zersetzung von kohlens. Oxyd entstanden		7,608
Grofsblättriges		7,7406
Kleinblättriges		7,7403
Blättrig-fasriges		7,7398
Blättrig-dichtes		7,7487

8. Reiner, farbloser Quarz.

Kleine Krystalle	2,6541
Grofse Krystalle	2,6532
Durchsichtige Masse	2,6531 2,6530

Digitized by Google

	Specif. Gewicht.
Fasriger, mit zarten parallelen Fasern . . .	2,6365 2,6358
Fasriger, mit dicken divergirenden Fasern .	2,6359 2,6354
Körniger, mehr oder minder dichter . . .	2,6361 2,6407 2,6413

Ich könnte hier noch Beobachtungen von mehreren Substanzen mittheilen, allein die Resultate sind weniger des Vergleiches fähig, weil es fast unmöglich ist, sich von diesen Substanzen Varietäten zu verschaffen, die ganz genau die nämliche Zusammensetzung haben; fast in allen findet man Beimengungen, die hinsichtlich ihrer Natur und ihrer Menge bedeutend verschieden sind. Es folgt also daraus, dafs man, damit die Beobachtungen des specifischen Gewichts von Nutzen seyen, den Einflufs der Beimengungen in Betracht ziehen müsse; diefs erfordert eine andere Art von Arbeit, deren Resultate ich späterhin anführen werde.

Für den Augenblick begnüge ich mich mit den Thatsachen, welche die oben erwähnten acht Substanzen mittelst der schon auf 104 gestiegenen Wägungen darbieten.

Beim Studium der obigen Tafel wird man mehrere Thatsachen bemerken, die mir von recht grofsem Interesse zu seyn scheinen.

1) Vergleicht man die Zahlen, die sich auf verschiedene Abarten der nämlichen Substanz beziehen, so sieht man klar, dafs bei dem specifischen Gewichte derselben beträchtliche Abweichungen vorkommen, und dafs man also dasselbe nicht als wesentliches Kennzeichen betrachten darf.

2) Vergleicht man die Zahlen und zugleich die vor denselben stehenden Bemerkungen, so sieht man, dafs die Schwankungen des specifischen Gewichts mit den ver-

Digitized by

schiedenen Zuständen der Substanzen in Beziehung stehen, und dafs die Zahlen desto gröfser sind, je mehr die Substanz sich dem Zustande einer regelmäfsigen Krystallisation nähert.

3) Bei allen Substanzen sind es immer die kleinen Krystalle, welche das gröfste specifische Gewicht darbieten, und daraus folgt, dafs deren Masse die meiste Homogenität besitzt. Diefs erinnert an die längst bekannte Thatsache, dafs gerade die kleinsten Krystalle die gröfste Schärfe in ihren Formen zeigen.

4) Bei allen grofsen Krystallen ist das specifische Gewicht geringer, als bei den kleinen, und zuweilen ist der Unterschied ziemlich beträchtlich. Daraus folgt nothwendig, dafs die grofsen Krystalle mehr oder weniger grofse Höhlungen in ihrem Innern enthalten, und dafs also die Zusammenfügung der kleinen Krystalle, durch welche gemeiniglich die grofsen Krystalle gebildet werden, die Regelmäfsigkeit, welche man vorausgesetzt hat, nicht besitzt, und dafs folglich zwischen diesen Krystallen, selbst wenn die Masse die gröfste Homogenität zu besitzen scheint, mehr oder weniger beträchtliche Räume vorhanden seyn müssen.

5) Die Abarten von blättrigem, fasrigem u. s. w. Gefüge zeigen meistens das kleinste specifische Gewicht, wie man diefs aus einem flüchtigen Blick auf die Tafel ersieht. Wenn man aber bei jeder Substanz die Unterschiede zwischen den specifischen Gewichten der blättrigen, fasrigen u. s. w. Abarten, und dem der kleinen Krystalle aufsucht, und sie hierauf bei allen Substanzen in dieser Rücksicht vergleicht, so findet man die nicht weniger merkwürdige Thatsache, dafs diese Schwankungen, bei allen Substanzen, von fast gleichem Werthe sind. Man kann diefs aus nachstehender Tafel ersehen:

Digitized by Google

	Unterschied zwischen den kleinen Krystallen und den			
	blättrigen Varietäten.	fasrigen Varietäten; Fasern		
		parallel.	divergirend.	durcheinanderlaufend.
Kalkspath	0,0165	0,0178	0,0193	0,0297
	0,0164			
	0,0165			
	0,0173			
	0,0176			
Arragonit	. . .	0,0170	. . .	0,0298
		0,0180	. . .	0,0309
Malachit	. . .	. . .	0,0173	
Kohlensaures Bleioxyd	. . .	0,0174	0,0185	
			0,0191	
Schwefelsaurer Kalk .	0,0166	. . .	. . .	0,0272 *)
	0,0170	. .	. . .	0,0398
Schwefelsaur. Strontian	. . .	. . .	0,0183	0,0296
Bleiglanz	0,0187	. . .	0.0195	
	0,0190			
Quarz	. . .	0,0176	0,0182	
		0,0183	0,0187	
Mittelwerthe	0,0173	0,0177	0,0186	0,0312

Aus den Mittelwerthen sieht man also, dafs das spec. Gewicht durch das blättrige Gefüge um ungefähr 0,0173, durch das parallel-fasrige um etwa 0,0177, durch das divergirend-fasrige um 0,0186, und endlich durch das durcheinanderlaufend-fasrige um 0,0312 vermindert worden ist. Man sieht aus der Tafel, dafs nur eine Gyps-Varietät eine scheinbare Ausnahme macht, was aber vielleicht von der Leichtigkeit der Theilbarkeit herrührt.

6) Bei den blättrigen, fasrigen u. s. w. Varietäten schwankt das specifische Gewicht nach der Gröfse der Blätter oder Fasern, und zwar nimmt es zu, und kommt dem bei den kleinen Krystallen beobachteten mehr oder weniger nahe, so wie dieselben zarter werden. Diefs sieht

*) Die Fasern sind hier parallel und blofs gekrümmt.

Digitized by

man besonders bei den blättrig-dichten und fasrig-dichten u. s. w. Varietäten. Es folgt daraus, dafs der Vergleich, den wir so eben bei verschiedenen Substanzen von blättriger und fasriger Structur angestellt haben, nur für den Fall genau seyn kann, wo die Dicke der Blätter und Fasern beiderseits gleich ist. Aber diese Beobachtung geht immer mehr und mehr dahin, die von mir ausgesprochene Meinung zu bestärken, dafs bei gleicher Structur die Variation im specifischen Gewichte gleich ist, von welcher Natur die Substanz auch seyn mag.

7) Die Variationen, welche man bei grofsen Krystallen beobachtet, sind unregelmäfsig, und können nicht, wie bei den blättrigen Varietäten, von einer Substanz zur andern verglichen werden. Diese Unregelmäfsigkeit deutet nothwendig auf etwas Zufälliges in der Art, wie sich kleine Krystalle zur Bildung von grofsen gruppiren.

8) Die kleinsten specifischen Gewichte scheinen sich bei den Afterbildungen der verschiedenen Substanzen zu finden; diefs bemerkt man besonders bei dem aus vollständiger Zersetzung des kohlensauren Kupferoxyds oder des Kupferoxyduls entstandenen Malachit, und bei dem aus der Zersetzung des phosphorsauren und kohlensauren Bleioxyds gebildeten Schwefelblei. Bei diesen Fällen von Zersetzung wird also das Gefüge am unregelmäfsigsten, und in der That zeigt sich bei einer Untersuchung solcher Varietäten diese Unregelmäfsigkeit auch ganz sichtlich.

Aus den obigen Beobachtungen geht also hervor, dafs die Mineralsubstanzen in ihrem specifischen Gewichte Variationen erleiden können, die von der Weise abhängig sind, wie sich die Elementar-Krystalle zur Bildung von mehr oder weniger beträchtlichen Massen an einander reihen. Danach ist einzusehen, dafs es in gewissen Substanzen mehr Poren als in andern geben müsse; allein wenn diefs der Fall ist, so müssen alle Varietäten das nämliche specifische Gewicht zeigen, sobald man durch

Digitized by Google

Zerpülverung diese Aggregation zerstört. Diefs findet auch wirklich Statt. Alle Substanzen zeigen dann gewissermafsen dasselbe absolute specifische Gewicht, wenigstens fallen die noch vorhandenen Unterschiede innerhalb der Gränze der bei diesen Operationen möglichen Fehler. Man sieht dieses aus der folgenden Tafel, worin ich das specifische Gewicht von mehreren der vorhin untersuchten Varietäten, nachdem sie gepülvert worden waren, angegeben habe.

	Spec. Gewicht in Bezug auf das scheinbare Vol.	wirkliche Vol.
Kalkspath, in kleinen Krystallen	2,7234	2,72320
	2,7231	2,72321
	2,7224	2,72319
- - Stück eines grofsen Krystalls	2,71303	2,72314
- - blättriger	2,7058	2,72330
- - grobfasriger	2,7041	2,72317
- - durcheinanderlaufend-fasriger	2,6937	2,72293
- - röhrenförmig-dichte Stalactiten	2,5239	2,72287
Arragonit, in kleinen Krystallen	2,9467	2,9469
- - in Zwillingskrystallen von Leogang.	2,9063	2,9467
- - durcheinanderlaufend-fasriger	2,9158	2,9468
- - traubiger mit glatter Fläche	2,7647	2,9461
Malachit, in kleinen Krystallen	3,5907	3,5903
- - Afterkrystalle	3,3572	3,5904
- - fasriger, mit geraden divergirenden Fasern	3,5734	3,5901
- - stalactitisch schaliger	3,5673	3,5905
Kohlensaures Blei, in kleinen Krystallen	6,7293	6,7289
- - in Zwillingskrystallen	6,7217	6,7290
- - opakes fasriges	6,7102	6,7292
Schwefelsaurer Kalk, in kleinen Krystallen	2,3257	2,3316
- - - in verwitterten Krystallen	2,3115	2,3317
- - - blättriger	2,3091	2,3318
- - - grob-fasriger	2,2859	2,3315
- - - schneeförmiger	2,2615	2,3316
Schwefelsaur. Strontian, in kleinen Krystallen	3,9593	3,9591
- - - in grofsen Krystallen	3,9579	3,9594
- - - divergirend-fasriger	3,9410	3,9592
Schwefelblei, in kleinen Krystallen	7,7593	7,7590
	7,7568	7,7591
- - in grofsen Krystallen	7,7169	7,7594
- - aus phosphors. Blei entstandenes	7,6389	7,7593
- - blättriges	7,7406	7,7593
Quarz, in kleinen Krystallen	2,6541	2,6541
- zart und parallel-fasriger	2,6365	2,6540
- grob-fasriger	2,6354	2,65399
- körniger	2,6407	2,6540

Digitized by Google

Hieraus ist es klar, dafs man, wenn man aus dem specifischen Gewichte ein vergleichbares und folglich für die Mineralogie einigermafsen wichtiges Kennzeichen machen will, das absolute specifische Gewicht nehmen müsse, und nicht wie bisher dasjenige Gewicht, welches dem äufseren Volumen der Materie entspricht. Dazu braucht man nur die Substanz fein zu pülvern, und sie von der Flüssigkeit, welche zum gemeinschaftlichen Maafse dient, gut durchziehen zu lassen.

Ich mufs hiebei bemerken, dafs man wahrscheinlich bei diesem Verfahren noch einen kleinen Fehler begeht, und dafs, wenn man auch vergleichbare Zahlen erhält, was übrigens für uns hinreichend ist, man doch nicht das wahre absolute specifische Gewicht der Körper bekommt. Untersucht man nämlich die so eben gegebene Tafel, so wird man bemerken, dafs bei fünf von den acht untersuchten Substanzen die kleinen Krystalle gepülvert eine etwas geringere Zahl als im ungepülverten Zustande geliefert haben, was wahrscheinlich davon herrührt, dafs man beim Zerkleinern der Körper einige Risse in den Theilchen hervorgebracht hat *). Es folgt daraus, dafs man die Bestimmungen des specifischen Gewichts lieber von den kleinen Krystallen als von deren Pulver nehmen müsse, allein alsdann entfernt man sich ein wenig von dem, welches man von den andern Varietäten erhält.

Nach diesen Bemerkungen glaube ich für die untersuchten acht Substanzen, nach einem Mittel aus allen Beobachtungen, folgende Zahlen als vergleichbare specifische Gewichte festsetzen zu können.

*) Zufolge der Untersuchungen des Hrn. Girard, die im Bd. 81. S. 41. d. Ann. mitgetheilt sind, würden hier indefs auch Capillarwirkungen auftreten, und vermöge derselben die specifischen Gewichte gepülverter Substanzen immer etwas zu klein ausfallen.
P.

Digitized by Google

Kalkspath	2,7231
Arragonit	2,9466
Malachit	3,5904
Kohlensaures Bleioxyd	6,7290
Schwefelsauren Kalk	2,3316
Schwefelsauren Strontian	2,9592
Schwefelblei	7,7592
Quarz	2,6540

Diese Zahlen sind für alle Varietäten beinahe constant, und können, wenn die Substanzen rein sind, zur Unterscheidung derselben dienen. Es wäre zu wünschen, dafs man alle übrigen Substanzen eben so bearbeitete; indefs kann man bis dahin unter den auf gewöhnlichem Wege gefundenen Zahlen diejenigen zur Norm nehmen, die sich auf Krystalle, und besonders auf kleine beziehen.

XII. *Ueber einige Bromverbindungen und über Bromdarstellung; von Carl Löwig, Provisor der Schmedes'schen Apotheke zu Kreuznach.*

Quecksilberbromid mit Quecksilberoxyd. Kocht man eine Lösung von Quecksilberbromid mit Quecksilberoxyd, so löst sich letzteres darin auf. Nach dem Erkalten scheidet sich ein citronengelbes krystallinischkörniges Salz ab. Dieselbe Verbindung erhält man auch durch Fällung von Quecksilberbromid mit einer unzureichenden Menge reinen Kali's oder Natrons, und Kochen des Niederschlags mit der überstehenden Flüssigkeit. Auch scheint sie sich zu bilden beim Uebergiefsen von Quecksilberbromid mit Ammoniak. Sie zerfällt, beim Erhitzen in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre, in ein Gemenge von Bromid und Bromür, (welches sich in

Digitized by Google

dem obern Theil der Röhre sublimirt, und durch Alkohol leicht zerlegt werden kann) in Sauerstoffgas und in zurückbleibendes Quecksilberoxyd. Wäfsriges Kali und Natron nimmt aus der Verbindung Hydrobromsäure auf, mit Hinterlassung von Quecksilberoxyd. Ammoniak scheint keine Wirkung auszuüben. In Alkohol ist die Verbindung leicht löslich, sie wird aber durch Wasser zum Theil wieder herausgefällt. Kaltes Wasser löst nichts auf; in kochendem ist sie ein wenig löslich, scheidet sich aber bei dem Erkalten wieder in citronengelben, kleinen, spiefsigen Krystallen aus.

Bromsaures Quecksilberoxyd mit Quecksilberbromid. Diese beiden Salze können aufser der schon bekannten Methode erhalten werden, durch Zusammenbringen von Quecksilberoxyd mit Brom und etwas Wasser. Um das Bromid vom bromsauren Salze zu trennen, kann man sich mit Vortheil des Alkohols bedienen, der nur sehr wenig vom letztern auflöst.

Bromblei. Bleioxyd oder Mennige mit Brom und Wasser digerirt, bildet Bromblei und braunes Oxyd, ohne Bildung von Bromsäure. Filtrirt man die heifse Flüssigkeit, so krystallisirt das Bromblei in weifsen glänzenden Nadeln heraus. Das Bromblei kommt in seinen Eigenschaften ganz mit dem Chlorblei überein.

Quecksilberbromid. Eine Lösung dem Sonnenlichte ausgesetzt, zersetzt sich in Quecksilberbromür und in Hydrobromsäure, ohne Zweifel unter Freiwerdung von Sauerstoffgas. Bei Zusatz von Salmiak konnte ich keine Zersetzung wahrnehmen. Metallisches Quecksilber bildet Quecksilberbromür, eben so metallisches Kupfer.

Jodsaures Eisenoxydul. Eisenvitriol giebt mit jodsaurem Kali einen braunrothen Niederschlag, der sich in einer gröfsern Menge Wasser wieder löset zu einer braunrothen Flüssigkeit.

Salzsaures Eisenoxyd und schwefelsaures Kupferoxyd werden durch bromsaures Kali nicht gefällt.

Digitized by Google

Ammonium-Quecksilberbromid. Eine Lösung von Brom-Ammonium löst das Quecksilberbromid mit Leichtigkeit auf. Kohlensaures Kali und Natron schlagen hieraus ein leichtes, weifses Pulver nieder. Derselbe Niederschlag scheint sich zu bilden beim Niederschlagen einer Lösung von Quecksilberbromid mittelst Ammoniak. Erhitzt man den getrockneten Niederschlag in einer langen Glasröhre, und fängt die sich entwickelnden Gase über Quecksilber auf, so erhält man ein Gemenge von Stickgas und Ammoniakgas, und in den obern Theil der Glasröhre sublimirt sich Quecksilberbromür. Wäfsrige Alkalien mit dem Niederschlag gekocht, entwickeln Ammoniakgas. In Wasser und Alkohol ist er unlöslich, in Ammoniak jedoch etwas löslich. Es scheint diese Verbindung eine analoge Zusammensetzung wie der *Mercurius praecipitatus albus* zu haben, und ein Quecksilberoxyd-Bromammonium zu seyn.

Bromsaures Silberoxyd. Das bromsaure Silberoxyd zeigt fast dieselben Verhältnisse wie Bromsilber. Es ist in Ammoniak löslich, aber unlöslich in Salpetersäure. Auf Kohlen verpufft es wie Salpeter.

Bromsaures Kali. Bromsaures Kali mit einer brennbaren Substanz, wie Schwefel, vermischt, entzündet sich durch Vitriolöl. Mit Schwefel fein zerrieben, verpufft es durch den Schlag mit derselben Heftigkeit wie chlorsaures Kali.

Bromhydrat. Es bildet sich sehr leicht, und bei einer Temperatur von +4 bis 6°, wenn man durch eine Glasröhre, welche man durch Hindurchgiefsen von etwas Wasser feucht gemacht hat, Bromgas leitete. Binnen einer Viertelstunde hat sich die ganze Röhre mit Bromhydrat angefüllt.

Bromalkalien. 1) *Bromkali.* Brom mit kohlensaurem Kali zusammengebracht, erzeugt eine ganz ähnliche Verbindung wie Chlor. Sie entfärbt Pflanzenstoffe fast eben so schnell, und verdünnte Säure entwickeln daraus

Digitized by Google

Brom, welche letztere Eigenschaft jedoch den meisten Brommetallen zukommt. Ganz anders verhält sich kaustisches Kali. Dieses bildet, wie beim Chlor, augenblicklich bromsaures und hydrobromsaures Kali. Es mangelt dieser Verbindung die farbenzerstörende Kraft; aber durch Salpetersäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure etc. wird Brom entwickelt, welches aber auch stattfindet, wenn man Bromkalium in Wasser löst. Die Entscheidung der Frage, ob diese Verbindung als bromichtsaures Kali oder als Bromkaliumoxyd zu betrachten sey, möge Anderen überlassen bleiben, die mit mehr chemischer Erfahrung zu Werke gehen können; jedoch werde ich versuchen zu beweisen, dafs namentlich die Verbindungen des Broms mit den Alkalien mit weit gröfserem Rechte, wie es mir scheint, als Verbindungen von Metalloxyden mit Brom anzusehen sind. Auch ist es mir nie geglückt, auf irgend eine Weise eine niedrigere Oxydationsstufe, als Bromsäure darzustellen. Weder durch Zusammenbringen von Chloroxydul und Chloroxyd mit Brom, noch durch gelinde Destillation von bromsaurem Kali mit Hydrobromsäure, wo sich blofs Brom entwickelte, noch durch Destillation von geschmolzenem bromsauren Kali mit Vitriolöl (ich erhielt Brom und Sauerstoffgas), noch durch Auflösen von Brom in Bromsäure, welche nur so viel wie Wasser aufnimmt, und durch offnes Stehen an der Luft dasselbe wieder vollkommen fahren läfst, noch auf die Weise, nach welcher Mitscherlich (in diesen Annalen, 1827, St. 9. p. 162.) jodigsaures Kali erhielt, und eben so wenig durch Zusammenbringen des Broms mit Hyperoxyden, konnte ich eine solche Verbindung erhalten. Die einzige bekannte Bildungsweise wäre also blofs Zusammenbringen des Broms mit Metalloxyden, und zwar müfste man hier, wie Berzelius beim Chlor, annehmen: dafs im Anfange der Oxydation sich bromichtsaures Kali und Bromkalium bilden, und dafs dieses so lange fortdaure, bis der Kaligehalt in der Flüssigkeit bis

Digitized by Google

zu einem gewissen Grad gesättigt sey. Nun finge ein anderes Salz sich zu bilden an, welches durch Einwirkung des Broms auf das bromichtsaure Salz gebildet würde, und dieses Salz wäre bromsaures Kali. Alle diese Erscheinungen können jedoch blofs auf kohlensaures Kali angewandt werden, wie dieses L. Gmelin auch schon beim Chlor aufser allem Zweifel gesetzt hat.

Es ist natürlich, dafs, wenn diese Hypothese richtig ist, anfangs bei der Einwirkung des Broms auf kohlensaures Kali kein bromsaures Kali gebildet werden darf, wie dieses auch Berzelius in seiner merkwürdigen Abhandlung: Ueber die bleichende Verbindung des Chlors mit den Alkalien (vergl. Ann., 1828, St. 4. S. 529.), gezeigt hat.

Ich sättigte deshalb, wie diefs Berzelius gethan hat, eine Lösung von kohlensaurem Kali vollständig mit Bromkalium, auf die Weise, dafs ich mir eine heifse Auflösung bereitete, und durch Erkalten wieder einen Theil herauskrystallisiren liefs. Bringt man nun zu der so erhaltenen Lösung Brom durch unmittelbares Hinzugiefsen, so entwickeln sich an der Stelle, wo sich das Brom befindet, einige Blasen von kohlensaurem Gas; wird aber die Flüssigkeit unter einander gerührt, so zeigt sie eine gelbliche Farbe, keine Kohlensäure wird entwikkelt, und augenblicklich schlägt sich eine grofse Menge eines pulverig krystallinischen Salzes nieder. Die darüber stehende Flüssigkeit bläuete anfänglich Lackmuspapier, entfärbte es jedoch nach einigen Secunden. Das abgeschiedene Salz wurde auf einem Filter gesammelt, und so lange mit kaltem Wasser abgewaschen, als an der durchgelaufenen Flüssigkeit noch die geringste Spur von Entfärbung wahrgenommen wurde. Es hatte sich hiebei ein grofser Theil des Salzes wieder aufgelöst; übrigens betrug dennoch die Menge des Zurückgebliebenen nach dem Trocknen 5 Unzen und 2 Drachmen. Ich brachte den gröfsten Theil dieses Salzes in eine kleine Retorte, verband dieselbe mit einer Gas-Entwicklungsröhre. Es

wurde nun dieselbe auf offenem Feuer nach und nach erhitzt, und nachdem die atmosphärische Luft größtentheils herausgetrieben war, wurde das sich entwickelnde Gas über Wasser aufgefangen, und das Salz bis zum Glühen erhitzt. Plötzlich entstand eine heftige Gasentwicklung, so daß das vorgeschlagene zum Auffassen bestimmte Gefäß daselbe nicht alles aufnehmen konnte. Es war reines Sauerstoffgas. Der Rückstand war reines Bromkalium. Ein anderer Theil des abgeschiedenen Salzes wurde in kochendem Wasser gelöst. Während das Erkalten schlig sich eine Menge eines krystallinischen Salzes nieder, welches reines Jodnatrium war. Auch Bromkalium schied sich nach einiger Zeit aus.

Es ist also offenbar, daß das niedergeschlagene Salz ein Gemenge von Jodnatrium und Bromkalium war, und daß der durch Bildung von Bromkalium frei gewordene Sauerstoff nicht zur Erzeugung von bromsicher Säure verwendet werden konnte.

Wird aber nach Abscheidung dieses Salzes noch Brom unter beständigem Umrühren hinzugefügt, und damit so lange fortgefahren, als noch der Geruch des Broms verschwindet, so wird daselbe bald gefällt, und nach beendigter Fällung immer mehr ab, und die Flüssigkeit besitzt die bleichende Kraft im höchsten Maße; hieher kommt die Entwicklung von Kohlensäuregas wahrzunehmen werden. Die Flüssigkeit behält die bleichende Kraft noch sehr lange, nimmt aber nach und nach ab, in demselben Verhältnis als sich Kohlensäuregas entwickelt. Erhitzt man die Flüssigkeit, so geht die Zersetzung weit weniger schneller von statten, wie dieses auch L. Gmelin beim Chlorkali gefunden hat (dessen Handb. 3. Aufl. S. 556.).

Es ist klar, daß die 1) basocausti Kali- und Bromkalium gebildet, und 2) kein kohlensaures Gas entbunden wird, die Bleichflüssigkeit aus Kohlensäure, Kali und Brom bestehen muß (denn reines Kali erzeugt keine

Digitized by Google

Bleichflüssigkeit). Will man nun die Existenz der bromichtsauren Alkalien nicht geradezu auf gut Glück annehmen, so könnte man wohl auf folgende Weise theoretisiren: Kommt Brom mit kohlensaurem Kali zusammen, so reifst es einen Theil Kali an sich, und bildet damit Bromkalium und bromsaures Kali. Die hiedurch freigewordene Kohlensäure verbindet sich mit einem andern Theil Kali und bildet doppelt-kohlensaures Kali. Da die Flüssigkeit auch bei der kleinsten Menge Brom sogleich, wenn auch in schwachem Grade, bleichende Eigenschaft besitzt, so vereinigt sich ein anderer Theil Brom mit diesem doppelt-kohlensaurem Kali und erzeugt Bleichflüssigkeit. Das doppelt-kohlensaure Kali widersteht eine Zeit lang der Einwirkung des Broms, jedoch wird es auf eine lose Weise gebunden, und behält aufser dem Geruch noch seine physischen Eigenschaften bei. Je länger daher mit dem Hineinleiten des Broms fortgefahren wird, desto mehr Bleichflüssigkeit bildet sich, und desto grölser ist das bleichende Vermögen. Ist die Flüssigkeit sehr concentrirt, so krystallisirt zum Theil doppelt-kohlensaures Kali heraus, und wird Brom in Freiheit gesetzt. Ist auf diese Weise die eine Hälfte des kohlensauren Kali's vollständig in Bromkalium und bromsaures Kali verwandelt, so krystallisirt bei einer gewissen Concentration ein Theil des letzteren heraus, welches auch wirklich stattfindet. Bleibt die Bleichflüssigkeit, welche eine hellgelbe Farbe und ganz den Geruch der chlorichtsauren Alkalien besitzt, längere Zeit sich selbst überlassen, oder wird dieselbe erwärmt, so siegt nach und nach die stärkere Natur des Broms über die Kohlensäure, und es beginnt von Neuem Bildung von bromsaurem und hydrobromsaurem Kali.

Dieselbe Flüssigkeit an Farbe, Geruch und bleichender Kraft erhält man, wenn man eine Lösung von doppelt-kohlensaurem Kali mit Brom verbindet. Es fin-

Digitized by Google

det anfangs keine Kohlensäure-Entwicklung statt, und erst nach einiger Zeit entwickelt sich Kohlensäure, und man erhält bromsaures Kali nebst Bromkalium.

Auf welche Weise man diese Verbindung von Brom mit doppelt-kohlensaurem Kali zu betrachten habe, möchte wohl schwer zu entscheiden seyn; doch aber glaube ich, kann man sie am besten als eine directe Verbindung ansehen, die gleichsam wie eine organische Verbindung mit sehr schwachen Affinitäten zusammengehalten wird. Sie als eine Verbindung von kohlensaurem Brom mit kohlensaurem Kali anzusehen, mag wohl mit Recht als eine Ungereimtheit verworfen werden.

Ich komme nun zum andern Theil meiner Untersuchung, nämlich: 2) *zum Bromkalk*, oder zu der Verbindung des Broms mit Kalkhydrat.

Ich bereitete diese Verbindung, indem ich Kalkbrei mit Brom in einem Mörser unter einander rührte. Das Kalkhydrat war in grofsem Ueberschufs vorhanden, und wurde von letzterem mittelst Filtration getrennt.

Die so erhaltene Auflösung hat eine gelbliche Farbe, besitzt das bleichende Vermögen in hohem Grade. Beim Erhitzen entwickelt sich Bromdampf und Sauerstoffgas mit Hinterlassung von Broncalcium. Säuren entwickeln Brom; kurz die Auflösung kommt mit einer Auflösung von frisch bereitetem Chlorkalk überein.

Gay-Lussac zeigte, dafs Chlorkalk-Auflösung Silberlösung fällt. Da er aber annahm, äufsert sich Berzelius, dafs diese Verbindung nichts anders sey als Chlorkalk, so glaubte er auch, diese Fällung entstehe dadurch, dafs in dem Augenblick der Zersetzung, indem das Chlor den Kalk fahren lasse, Chlorsilber und chlorsaures Silberoxyd, welches aufgelöst bleibe, gebildet würden. Die Gegenwart des letzteren zeigte er dadurch, dafs er die Flüssigkeit abdunstete und den Rückstand erhitzte, wobei Sauerstoff entwickelt wurde und Chlorsilber zurückblieb.

So

Digitized by Google

So einfach und wahrscheinlich die von Gay-Lussac gegebene Erklärung ist, so wurde sie dennoch von Berzelius in seiner Abhandlung über die bleichende Verbindung des Chlors etc. verworfen, indem er auf eine höchst scharfsinnige Weise zu beweisen suchte: dafs der Chlorkalk mit weit gröfserem Rechte als eine Verbindung von chlorichtsaurer Kalkerde mit Chlorcalcium angesehen werden könne.

Wäre die Ansicht von Gay-Lussac richtig, so müfste, sagt Berzelius, nachdem die Auflösung des Chlorkalks mit salpetersaurem Silberoxyd vollständig versetzt worden ist, alles Chlor in Chlorsilber und chlorsaures Silberoxyd verwandelt seyn, und die Flüssigkeit ihre bleichende Kraft verloren haben.

Da er aber beim Fällen des Chlorkalkes mittelst Silbersalpeter Chlorsilber, Silberhyperoxyd, Sauerstoffgas und eine sehr stark bleichende Flüssigkeit erhielt, so ist, wie er sagt, klar, dafs das erhaltene Chlorsilber von dem Sauerstoff, der sich entwickelte, ausgeschieden war, und dafs, sogleich nach unvollständigem Fällen die Flüssigkeit noch eine oxydirende Substanz enthielt, welche, wenn man zur Fällung salpetersaures Bleioxyd anwendete, ihre oxydirende Wirkung fortwährend auf das durch überschüssige Basis gefällte Bleioxyd ausübte. Auch hat Berzelius deutlich bewiesen, dafs diese oxydirende Substanz nichts anderes als ein Oxyd des Chlors seyn könnte.

Da bromsaures Silberoxyd eben so wie Bromsilber unlöslich ist, so schien es mir leicht auszumitteln, ob sich beim Fällen des Bromkalkes mittelst salpetersauren Silbers bromsaures Silber erzeuge oder nicht.

Es wurde deshalb nach der eben angegebenen Methode Bromkalk frisch bereitet, und die erhaltene Lösung nach und nach durch salpetersaures Silberoxyd zersetzt. Es bildete sich ein grauer Niederschlag, der im ersten Augenblick weifs, jedoch mit schwarzen Streifen untermischt war. Die Flüssigkeit blieb bleichend; jedoch nahm die

Digitized by Google

bleichende Eigenschaft in demselben Verhältnifs ab, als salpetersaures Silberoxyd hinzugefügt wurde. So wie keine Fällung mehr statt fand, war das Bleichvermögen verschwunden. Es hatte sich weder Brom noch Sauerstoffgas, wie dieses Berzelius beim Chlorkalk fand, entwickelt. Ich habe diesen Versuch häufig und mit ziemlichen Quantitäten wiederholt, und niemals konnte weder eine Gasentwicklung, noch, nach vollständigem Fällen, eine noch bleichende Verbindung wahrgenommen werden. Da das bromsaure Silberoxyd in seinem Verhalten zu Ammoniak und Salpetersäure ganz mit dem Bromsilber übereinkommt, so suchte ich die Gegenwart des bromsauren Silbers auf folgende Weise zu bestimmen: der Niederschlag wurde vollständig ausgewaschen, sodann in ein kleines Gläschen gebracht, geglüht, und das sich entwikkelnde Gas über Quecksilber aufgefangen. Es entwikkelte sich reines Sauerstoffgas ohne Spur von Brom. Bestreicht man ein Stückchen Papier mit dem Präcipitat, trocknet es und verbrennt es, so verpufft dasselbe wie Salpeter.

Bei dieser Gelegenheit fand ich, dafs sich der Niederschlag bei einer Temperatur von kaum 100° R. augenblicklich schwärzt; ob jedoch diese Eigenschaft mehr dem bromsauren Silberoxyd oder dem Bromsilber zukommt, habe ich nicht untersucht.

Es ist folglich klar, dafs der Niederschlag bromsaures Silberoxyd und Bromsilber enthielt; um jedoch zu erfahren, ob vielleicht erst gegen das Ende der Fällung sich bromsaures Silber bilde, wurde der Niederschlag zu verschiedenen Zeiten abfiltrirt. Das Resultat war aber in allen Fällen gleich.

Bringt man aber zu der Bromkalklösung etwas weniges Brom, oder läfst man die Lösung einige Stunden offen an der Luft stehen, und fällt sodann mit salpetersaurem Silberoxyd, so erhält man statt eines grauen Niederschlags gleich anfänglich eine weifse käsige Masse, un-

Digitized by Google

ter Entwicklung von Sauerstoffgas. Untersucht man die darüber stehende Flüssigkeit, so findet man, dafs sie nach vollständigem Fällen nicht mehr bleicht.

Es ist am besten, blofs so viel Brom der Bromkalkauflösung hinzuzufügen, dafs das Silberoxyd noch vorherrschend bleibt, weil man sonst leicht noch eine bleichende Flüssigkeit erhält.

Da es mir nothwendig schien zu untersuchen, in welchem Verhältnifs Bromsilber und bromsaures Silberoxyd in dem Niederschlag zu einander ständen, so wurde derselbe durch Ammoniak aufgelöst, wobei eine geringe Spur Silberoxyd zurückblieb, und mittelst verdünnter Essigsäure wieder vollständig gefällt und im Wasserbade scharf getrocknet. 10 Gran lieferten als Mittel von 3 Versuchen 8,65 Gran. Es war folglich mehr Bromsilber vorhanden, als dem bromsauren Silberoxyd proportional war. Obschon sich vermuthen liefs, dafs dieser Uberschufs sowohl, als auch das entwickelte Sauerstoffgas von dem gefällten Silberoxyd herrühren müsse, so suchte ich die Sache dennoch auf direktem Wege auszumachen. Es wurde deshalb frisch gefälltes Silberoxyd mit Brom und Wasser zusammengebracht und geschüttelt; in wenigen Secunden war dasselbe in eine weifse käsige Masse umgewandelt *), wobei deutlich Gasentwicklung wahrzunehmen war. Der Niederschlag wurde getrocknet und geglüht. Ich erhielt etwas weniges Gas, welches jedoch aus Sauerstoff und Stickgas bestand, und wohl nichts anderes als atmosphärische Luft war.

*) Hiebei machte ich die merkwürdige Beobachtung, dafs das Bromsilber einen Theil Brom mit grofser Hartnäckigkeit zurückhält, welcher ihm blofs durch langes Waschen entzogen werden kann. Es mengt sich ganz innig damit, und bringt man die Masse auf ein Filtrum, so bekömmt man ein braunes Pulver, welches, wenn man das Filter auseinanderlegt, Bromdämpfe in dem Verhältnifs entwickelt, als es trocknet. Nur durch langes Schütteln mit Wasser kann man es vollständig davon trennen.

Digitized by Google

Aus diesem Versuche scheint mir hervorzugehen:

1) Dafs neutraler Bromkalk (so nenne ich die nach der schon angegebenen Methode erhaltene Verbindung) durch salpetersaures Silberoxyd vollständig in bromsaures Silberoxyd und in Bromsilber zersetzt werde, und deshalb nach vollständigem Fällen die Flüssigkeit keine bleichende Eigenschaft mehr besitzen kann. Da aber zugleich durch den Kalk, welcher die Chlorkalklösung aufgelöst enthält, etwas Silberoxyd gefällt wird, so zerfällt, wenn der Bromkalk (den ich als aus 1 Mg. Brom + 1 Mg. Kalk zusammengesetzt betrachten will) noch überschüssiges Brom enthält, im Momente des Fällens dieses Silberoxyds in Bromsilber und Sauerstoffgas, weshalb auch augenblicklich ein weifser Niederschlag entsteht. Es ist übrigens sehr schwer, das Verhältnifs des Broms genau so zu treffen, dafs nicht entweder Brom oder Silberoxyd überschüssig ist.

2) Dafs das gefällte Silberoxyd kein Hyperoxyd ist, indem keine oxydirende Säure vorhanden ist, die diese Oxydation bewirken könnte, und reines Silberoxyd dieselbe Erscheinung hervorbringt.

3) Dafs der Bromkalk nicht als eine Verbindung von bromichtsaurer Kalkerde mit Bromkalium angesehen werden kann; denn sonst hätte, wie dieſs Berzelius bei den Chloralkalien gezeigt, kein bromsaures Kali gebildet werden können, sondern der Sauerstoff hätte zur Bildung von bromichter Säure verwendet werden müssen.

4) Dafs der Bromkalk mit grofser Wahrscheinlichkeit als eine Verbindung von Calciumoxyd mit Brom anzusehen ist, eben so wie Selen und Tellur sich mit Schwefelsäure verbinden können, ohne sich zuvor zu oxydiren; und es folglich an analogen Erscheinungen in der Chemie nicht fehlt.

Fällt man neutralen Bromkalk durch vollständig neutrales salpetersaures Bleioxyd, so finden Erscheinungen statt, die fast ganz mit denen übereinstimmen, welche

Digitized by Google

Berzelius wahrnahm; nur mit dem Unterschiede, dafs augenblicklich eine gelbe Masse gefällt wird, die sehr schnell in Braun übergeht, unter augenblicklicher Freiwerdung von Brom. Dieselben Erscheinungen finden auch mit Bleiessig statt. Dafs die durch's Filter durchgelaufene Flüssigkeit die bleichende Kraft im höchsten Grade besitzen mufs, versteht sich von selbst.

Die präcipitirte Masse besteht blofs aus Bromblei und Bleihyperoxyd ohne Spur von bromsaurem Bleioxyd. Dafs sich auch in diesem Fall kein bromigsaures Salz gebildet hat, ist klar, indem in demselben Augenblick, als die Fällung vor sich geht, Brom in Freiheit gesetzt wird, welches nicht der Fall hätte seyn können, wenn dasselbe zur Bildung einer Oxydationsstufe hätte verwendet werden müssen.

Die schnelle Oxydation des gefällten Bleioxyds erklärt sich ganz natürlich aus dem durch die Bildung des Bromblei's nothwendig frei gewordenen Sauerstoffe; dafs sich in diesem Falle kein bromsaures Bleioxyd gebildet hat, beruht 1) auf der geringen Verwandtschaft des Broms zum Sauerstoff, und 2) auf der gröfseren Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Bleioxyd; welches beim Silber das Gegentheil zu seyn scheint. Die Oxydirung kann auch nicht auf Kosten der Salpetersäure geschehen, indem essigsaures Bleioxyd dieselben Erscheinungen hervorbringt. So weit ich gegenwärtig sehe, glaube ich, dafs es noch sehr des Beweises bedarf, die bleichenden Verbindungen des Broms als bromichtsaure Salze anzusehen; im Gegentheil scheint fast mit Bestimmtheit hervorzugehen, dafs sie als Brommetalloxyde angesehen werden müssen.

Schlufs-Bemerkung.

Ist es erlaubt von den Bromverbindungen auf analoge Chlorverbindungen zu schliefsen, so möchte die Annahme von Berzelius: dafs, wenn Chlor auf nassem Wege mit einer oxydirten Basis vereinigt wird, dieselbe Zer-

Digitized by Google

setzung entsteht, welche bei Verbindung des Schwefels mit einer Salzbasis stattfindet, und dafs, statt dafs der Schwefel unterschweflichte Säure und Schwefelmetall bildet, das Chlor ein Chlormetall und einen niedrigern Oxydationsgrad als die Chlorsäure bildet, welcher sich mit dem Oxyde zu einem Salze vereinigt, noch sehr des Beweises zu bedürfen *).

Gewifs sind die Erscheinungen leichter zu erklären wenn man annimmt, dafs sie Brom- oder Chloralkalien sind, als in der Annahme von bromichtsauren oder chlorichtsauren Alkalien. Es findet dann beim Hinzufügen einer Säure eine einfache Ausscheidung statt, wogegen man, nach Berzelius, annehmen mufs: dafs sich z. B. das Calcium im Chlorcalcium auf Kosten der chlorichten Säure oxydire, um sich mit der Säure vereinigen zu können, und dafs Chlor gerade so frei werde, wie Schwefelarsenik in kaustischem Kali gelöst sich durch Hinzufügen einer Säure wieder unverändert ausscheidet.

Ueber Brom-Darstellung.

Bei fortgesetzter Untersuchung über die zweckmäfsigste Ausscheidung des Broms aus hiesiger Mutterlauge fand ich folgende Methode am vortheilhaftesten: die Mutterlauge wird, wie sie aus der Siedpfanne ausfliefst, in grofsen eisernen Kesseln auf den vierten Theil eingedampft, und sodann mehrere Tage stehen gelassen. Während dieser Zeit krystallisirt der gröfste Theil Chlorcalcium heraus, die über den Krystallen stehende Flüssig-

*) Der Hr. Verfasser erlaube mir die Bemerkung, dafs die Richtigkeit der von ihm in Schutz genommenen Ansicht noch in weit höherem Grade des Beweises bedarf. Es ist *Thatsache*, dafs der sogenannte Chlorkalk, wenigstens im Zustande der Auflösung, Chlorcalcium enthält, und dafs sich das Chlor des letzteren entfernen läfst, ohne dafs die Flüssigkeit eine ihrer charakteristischen Eigenschaften verliert. Diese Gegenwart und Unwesentlichkeit des Chlorcalciums sind nach der älteren Ansicht durchaus unerklärlich. *P.*

Digitized by Google

keit wird abgegossen, mit Wasser verdünnt, und so lange Schwefelsäure hinzugefügt, als noch ein Niederschlag entsteht. Die klare Flüssigkeit wird abgegossen, und der Rückstand in leinene Säcke zwischen 2 Brettern auf die Weise ausgepreſst, daſs sich 2 Menschen auf das eine stellen, und sich hinauf und herab bewegen Die ablaufende Flüssigkeit, welche sich in einer Rinne ansammelt, wird mit der schon abgegossenen zur Trockne eingedampft, und wieder in Wasser gelöst, wobei eine ziemliche Menge Gyps zurückbleibt. Aus der so erhaltenen Lauge wird mittelst Braunstein und Vitriolöl das Brom abdestillirt.

Hiedurch bin ich im Stande das Brom billiger wie früher zu liefern. Ich verkaufe nämlich die Unze zu 2 Rthlr. Sollte sich Jemand finden, der für das nördliche Deutschland, oder überhaupt für den Norden den Verkauf besorgen wollte, so würde ich den Preis immer so einrichten, daſs derselbe es mit Vortheil eben so verkaufen könnte, wie ich es verkaufe. Ich habe eine ähnliche Einrichtung bereits in Frankreich getroffen, wo es schon in ziemlicher Menge verbraucht wird. Ich bitte diejenigen, welche sich damit beschäftigen wollen, sich in frankirten Briefen an mich zu wenden.

Den Preis des Bromkaliums kann ich nicht anders als auf 1 Rthlr. 4 Gr. setzen.

XIII. *Ueber die Wirkung der Metalle auf die Pflanzen; von Hrn. E. F. Leuchs in Nürnberg.*

Ueber die Wirkungen der Metallsalze auf die Pflanzen habe ich viele Versuche angestellt *), und gefunden, daſs die meisten Metalle giftige Wirkungen ausüben. Eisen und Mangan machen jedoch hievon eine Ausnahme, sofern sie nicht mit Mineralsäure, Kohlensäure ausgenom-

*) Man findet sie nebst andern in meiner Schrift: Vollständige Düngerlehre, u. s. w. Nürnberg 1825.

Digitized by

men, verbunden sind. Arsenik ist, wie aus vielen Erfahrungen bekannt, dem Roggen günstig, andern Pflanzen aber nachtheilig. Die grofse Wirksamkeit auch kleiner Gaben von Metallsalzen veranlafste mich, mit den kleinstmöglichen Mengen anzufangen, um zu sehen, ob so kleine Gaben, wie Hahnemann in seiner Arzneimittellehre für Kranke verschreibt, noch auf dem Organismus der Pflanzen wirksam seyen; auch wollte ich ausmitteln, ob, wenn die Gaben unter der Menge, welche nachtheilig ist, verkleinert werden, die Gifte dann nicht nützlich wirken. Letzteres ist aus dem Grunde wahrscheinlich, weil jede stärkende Uebung unseren Körper anfangs schwächt, und nur das Bestreben derselben, dieses Uebel zu heben, uns stark macht; auch giebt es kaum ein Nahrungsmittel, welches nicht Stoffe enthielte, die in einiger Menge giftig wären.

Obgleich es mir bis jetzt nicht gelang, dieses Vorhaben zu verwirklichen, da ich noch nicht bis zur Gränze der Wirksamkeit der Metallgifte gekommen bin, glaube ich dennoch, dafs nachstehende Resultate der gelungensten Versuche nicht ohne Interesse seyn werden.

Die in sehr verdünnte Auflösungen von Metallsalzen eingeweichten Saamen wurden bei diesen Versuchen in weifsen thonhaltigen Sand, in einem feuchten ganz finstern warmen Keller, gesäet. Hiedurch wurden die Unregelmäfsigkeiten beseitigt, die ungleiches Licht, ungleiche Wärme und ungleiche Austrocknung bei Pflanzen veranlassen, die in der Sonne wachsen, und welche reine Resultate unmöglich machen. Auch wuchsen sie schneller. Sand hat vor Erde dem Vorzug, dafs er unter solchen Umständen nicht schimmelt, welches den Pflanzen sehr nachtheilig ist.

Nach ein Paar Wochen wurden sie gerodet, und um kleine Unterschiede im Wachsthume bemerken zu können, nachstehende Methode befolgt, die, wie ich durch viele Erfahrungen gefunden habe, zu genauen Resultaten

Digitized by Google

nothwendig ist. Die Pflanzen jeden Beetes wurden ausgerissen, auf einen Bogen Papier gelegt, hier ihre Länge gemessen, und auf demselben angemerkt; zweimal gezählt, an den Wurzeln abgeschnitten und die Pflanzen vom Sande gesäubert, dann gewogen *), in das Papier eingewickelt, getrocknet und dann wieder gewogen. So wurde mit den Pflanzen aller Beete verfahren, und dann eine Tafel berechnet, in welcher die Länge, die Anzahl der Pflanzen, das Gewicht aller frisch und getrocknet, ferner das berechnete Durchschnittsgewicht jeder Pflanze im frischen und getrockneten Zustande, und wie viel 100 Theile frischer Pflanzen nach dem Trocknen wogen, verzeichnet war.

Die Vergleichung der Zahlen einer solchen Tafel giebt nun einen genauen Maafsstab zur Würdigung der Wirkungen der angewandten Stoffe ab. Befördern sie das Keimen, so werden mehr Pflanzen aufgegangen seyn. — Nahrungsmittel werden das Gewicht der Pflanzen, wenigstens im trocknen Zustande, vermehren, andere die Pflanzen gröfser, aber wäfsriger machen, was auch die Berechnung, wie viel 100 Theile getrocknet wiegen, angeben wird. Wenn nun auch bei manchem Beete nur theilweise oder gänzliche Abweichung in allen Zahlen stattfinden sollte, giebt doch ein Durchschnitt der Summe aller einzelnen Zahlen derselben Rubriken einen richtigen Maafsstab zur Beurtheilung.

*) Pflanzen, die augenscheinlich Krüppel (oder weit gröfser als alle andere Pflanzen desselben Beetes) waren, so wie abgebrochene, wurden, wie sich von selbst versteht, weggeworfen und nicht mit gezählt, da sonst Unrichtigkeiten entstehen mufsten. Doch kamen solche bei diesen Versuchen höchst selten vor. Was das Wiegen betrifft, so könnte man glauben, dafs die Pflanzen, welche, ehe die Reihe an sie kam, lange an der Luft lagen, durch Austrocknen verloren hätten, und dafs die Angabe der Gewichte in frischem Zustande dadurch unrichtig geworden wäre. Ich habe jedoch gefunden, dafs dieses Eintrocknen höchst unbedeutend war, und daher zu keinem Fehler Anlafs geben konnte.

Digitized by Google

Versuche mit arseniger Säure. 60 Gran einer Auflösung des weifsen Arseniks in Wasser wurden mit 440 Granen Wasser vermischt. 120 Gran dieser Mischung stellten die erste Verdünnung, 60 derselben mit 60 Wasser die zweite Verdünnung, und 60 der zweiten mit 60 Wasser die dritte Verdünnung dar, so dafs jede folgende halb so viel arsenige Säure enthielt als die vorhergehende. Es wurden 13 solche Mischungen gemacht, in jede 100 Wicken 12 Stunden lang geweicht, dann gesäet, und die Pflanzen nach 4 Wochen geerntet. Die Beete waren sämmtlich in einer fortlaufenden Reihe, und an beiden Enden zwei mit nicht in Arsenikwasser geweichten Wicken, so wie auch eins in der Mitte.

Ergebnisse. In der ersten, zweiten und dritten Verdünnung ging nichts auf, in der vierten 4, in der fünften 9, in der sechsten 20, in der siebenten und achten 15 und 10 Pflanzen; dann nahm die Anzahl schnell zu, auf 22, 52, 25, 47, 31 Pflanzen. Von den nicht in Arsenik eingeweichten 300 Wicken in den 3 Beeten gingen 33, 36 und 36, im Durchschnitt also in jedem Beete 35 Saamen auf, während der Durchschnitt bei den andern 10 Beeten, wo die Saamen keimten, 22,9 Pflanzen für jedes giebt. Das Arsenik macht die Pflanzen merklich kleiner, nur von der zehnten Verdünnung an war dieſs durch's Messen nicht mehr genau wahrzunehmen.

Das Durchschnittsgewicht jeder Pflanze in den zehn Beeten, in welche die in Arsenikwasser geweichten Wikken gesäet wurden, war im frischen Zustande 4,58 Gran, getrocknet 0,307, in den drei andern Beeten aber 5,02 und 0,381, und 100 Theile der mit Arsenik behandelten Pflanzen wogen nach dem Trocknen 6,71 Gran, der andere aber nur 5,96. Diese Zahlen deuten mit Berücksichtigung der andern auf die giftige Wirkung des Arseniks, weil verkrüppelte Pflanzen gewöhnlich mehr trockene Theile haben.

Die Vergleichung der Zahlen für jedes einzelne Beet

Digitized by Google

zeigten, dafs die mit Arsenik behandelten Pflanzen in jedem einzeln weniger wogen, als die uneingeweichten, eben so, mit weniger Ausnahme, im trocknen Zustande; dagegen gaben 100 Theile nach dem Trocknen in allen merklich mehr.

Es leidet daher keinen Zweifel, dafs auch selbst in der dreizehnten Verdünnung die arsenige Säure noch nachtheilig wirkte.

Ein zweiter Versuch wurde eben so angestellt, nur fand die Ernte nach 3 Wochen statt, und man fing mit einer, wie oben, schon achtfach verdünnten Auflösung an. Auch hier zeigte sich der Arsenik bis zur letzten (dreizehnten) Verdünnung (hier 8 Mal schwächer, als die beim ersten Versuch) nachtheilig. Die Ergebnisse waren:

Zahl der Pflanzen in jedem Beete von der ersten bis neunten Verdünnung: 38 Stück; von der zehnten bis dreizehnten: 41; in den 3 Beeten der in reinem Wasser eingeweichten Saamen: 43 Stück. Durchschnittsgewicht jeder Pflanze in den Beeten der ersten bis neunten Verdünnung trocken: 0,309 Gran; von der zehnten bis dreizehnten frisch: 4,78, trocken: 0,337 Gran; von den in reinem Wasser geweichten Saamen: frisch: 4,83, trocken: 0,331. 100 Theile der letztern gaben getrocknet 6,86, eben so viel von der ersten bis neunten Verdünnung 6,72, von der zehnten bis dreizehnten Verdünnung 7,02.

Die Vergleichung aller Zahlen mit einander zeigt auch hier, dafs die letzte (dreizehnte) Verdünnung noch schädlich wirkte; die Gränze der nachtheiligen Wirkungen dürfte aber nicht mehr weit entfernt seyn.

100 Theile Wasser lösen bekanntlich höchstens 2 Th. arsenige Säure (nach einer Abwägung mit gleichviel reinem Wasser hätte die angewandte Lösung nur 1,3 Th. Arsenik enthalten). Geht man von dieser Annahme aus, so sind bei dem ersten Versuch in der ersten Lösung

Digitized by Google

0,288 Gran, in der dritten 0,072 Arsenikoxyd enthalten. Es kommt also auf jeden der hundert Saamenkörner 0,00288 bis 0,00072 Gran, und diese geringe Menge hindert das Keimen gänzlich! Die dreizehnte Verdünnung enthält $\frac{1}{4096}$ des ersten, und beim zweiten Versuch gerade nur $\frac{1}{8}$ von der entsprechenden beim ersten Versuche, also die erste nur ein Achtel von 0,288 = 0,036 und die dreizehnte $\frac{1}{32768}$ von 0,288 Gran Arsenikoxyd oder 0,000008789 Gran. Hievon kommt auf jede der 100 eingeweichten Wicken 0,00000008789 oder ein $\frac{8}{100}$ Milliontel eines Grans; und diese geringe Menge hat noch nachtheilige Wirkungen!

Diese Wirkung wird noch vergröfsert, weil man annehmen kann, dafs die Lösung nicht 2 Procent Arsenikoxyd enthielt; weil die Wicken von der Einweich-Flüssigkeit nur ungefähr die Hälfte einzogen, und daher auch nur die Hälfte des Arseniks wirklich aufnahmen; weil endlich das Wasser Kalk enthielt, und die Saamen bei den grofsen Verdünnungen daher nur arsenigsauren Kalk erhalten konnten, der, wie jede Verbindung eines giftigen mit einem unschädlichen Körper, weniger wirksam seyn wird.

Versuche mit andern Metallen. Viele zu verschiedenen Zeiten und mit sehr verschiedenen Pflanzen angestellte Versuche haben mir gezeigt, dafs die Salze von Blei, Kobalt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Spiefsglanz, Zink und Zinn, wenigstens in der Menge, die ich bis jetzt anwandte, schädlich sind, jedoch, Quecksilber und Nickel ausgenommen, weniger als Arsenik. Eben so ist das eisenblausaure Kali sehr nachtheilig.

Die letzten Versuche mit eisenblausaurem Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd, stellte ich ganz so wie die beiden mit Arsenik an, nur wurden von jedem Salze 5 Gran genommen und in 500 Gran Wasser gelöst. Hievon bildeten 120 Gran die erste Verdünnung, 60 davon und 60 Wasser die zweite, und so fort. Die erste

Digitized by Google

Lösung beider Salze enthielt demnach 2 Gran Kupfervitriol oder eisenblausaures Kali; diese Menge machte die Pflanzen ungefähr um $\frac{1}{8}$ kleiner, als die von Saamen, welche in reinem Wasser geweicht wurden, auch gingen um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ weniger auf. Bei der dreizehnten Verdünnung waren jedoch die nachtheiligen Wirkungen nur wenig merklich. Demnach ist 0,02 Gran Kupfervitriol oder eisenblausaures Kali der ersten Verdünnung (2 Gr. auf 100 Stück Saamen) nicht sehr nachtheilig, und bei 0,0004882 Gran Salzgehalt der dreizehnten Verdünnung, oder wenn auf jeden Saamenkorn 0,000004882 Gr. kommen, wird die Wirkung wenig merkbar, daher die Gränze der Wirkung nicht weit mehr entfernt seyn wird.

Auch bei diesen Versuchen gelten die für die ersten gemachten Bemerkungen. Wegen des Kalkgehalts des Wassers wirkt in den meisten Verdünnungen blofs kohlensaures Kupferoxyd, das weit weniger nachtheilig ist, als schwefelsaures, auch verschluckten die Saamen nur ungefähr die Hälfte der Lösung, und man konnte an dem Kupfergeschmack der übriggebliebenen erkennen, dafs sie diesem Theile Wasser das Salz nicht entzogen hatten. Demnach ist die Wirksamkeit beider Salze wohl als doppelt so grofs anzunehmen.

Eine Mischung von salzsaurem Quecksilberoxyd mit eben so viel neutralem weinsteinsauren Kali vermischt, (um weniger heftig wirkendes weinsteinsaures Quecksilber zu bilden) hindert das Aufgehen darin geweichter Erbsen gänzlich, selbst wenn auch nur 0,0009 Gran des Salzes auf ein Saamenkorn kommt. Eine gröfsere Verdünnung habe ich noch nicht versucht.

Es bleibt nun fernern Versuchen, die ich anstellen werde, vorbehalten, die Frage, ob diese Metalle absolut schädlich sind, zu entscheiden. Terpentin-, Kümmel-, Anis-, Fenchel-, Lavendel- und brenzliches thierisches Oel wirken ebenfalls, in einiger Menge angewandt, sehr nachtheilig, aber in so geringer Menge, als das Wasser

Digitized

auflösen kann, sehr nützlich, eben so Campher, und wie es scheint auch Alkohol.

XV. *Ueber die Einwirkung der Gifte auf die reizbaren Pflanzen; von Hrn. Macaire-Prinsep in Genf.*

(*Annal. de chim. et de phys. XXXIX. p.* 85.)

Durch meinen Freund und Kollegen Marcet *) belehrt, dafs die Wirkung der Gifte auf die Pflanzen der längst bekannten auf die thierische Oeconomie ähnlich sey, hat es mir interessant geschienen, diese Aehnlichkeit weiter zu verfolgen, und zwar wo möglich durch Bestimmung der Art, wie die giftigen Substanzen ihren Einfluſs auf die Pflanzen ausüben. Zu dem Ende habe ich einige Versuche angestellt, welche der Gegenstand dieser Abhandlung sind.

Die grofsen Verschiedenheiten, die zwischen den Thieren und Pflanzen hinsichtlich ihrer sichtbaren Organisation stattfinden, machen die Anstellung von Vergleichen zwischen den Wirkungen der nämlichen Stoffe immer schwierig und unvollständig. Die anatomischen Untersuchungen, welche den physiologischen Versuchen mit Thieren so grofse Dienste leisten, sind bei den Pflanzen unmöglich oder unbelehrend. Die stärksten Loupen und beträchtliche Vergröfserungen mit dem Mikroskope haben in dem Gewebe vergifteter Pflanzen keine sichtbaren Veränderungen entdecken lassen. Und wenn man die giftigen Lösungen, zur Verhütung einer möglichen Abänderung der Resultate, ungefärbt anwendet, erlauben nur wenige Anzeigen die Annahme, dafs das Gift von allen

*) Die Resultate der von Hrn. Marcet angestellten Versuchen sind den Lesern im vorigen Hefte, S. 260., mitgetheilt.

Digitized by Google

Theilen der Pflanzen absorbirt werde. Indefs kann eine schickliche Auswahl der Gifte und der Pflanzen zuweilen die Absorption sichtbar machen.

So z. B. habe ich Pflanzen, deren Farbestoffe wegen ihrer Umänderung durch mehrere Körper von den Chemikern als Reagenzien gebraucht werden, in die Lösungen solcher giftigen Körper gestellt, und dabei oft vor dem Absterben der Pflanze das Entstehen dieser Umänderungen bemerkt. Die Blumen der Nachtviole (*Viola odorata*) und der Ackeley (*Aquilegia vulgaris*), deren Stengel in eine Bleizuckerlösung gestellt worden waren, färbten sich grün, vor dem nach zwei oder drei Tagen erfolgenden gänzlichen Absterben der Pflanzen. Es ist wohl unnöthig zu erwähnen, dafs sowohl bei diesen wie bei allen übrigen noch zu beschreibenden Versuchen ähnliche Pflanzen auch in reines Wasser gestellt wurden, und dafs diese während der Zeit nicht gelitten hatten. Bei einigen Giften schien mir die Absorption nicht so lebhaft, noch so weit in der Pflanze vorgedrungen zu seyn. So starben die obigen Pflanzen fast eben so schnell in einer Sublimatlösung; allein der Stengel zeigte nur bis zu einer gewissen Höhe noch Spuren von Sublimat, und die Blumen erlitten in ihrer Farbe nur erst dann eine Veränderung, wenn sie sehr nahe bis zur Oberfläche der Flüssigkeit eingetaucht worden waren. In verdünnten Mineralsäuren waren die Blumen der Nachtviole schon geröthet, als sie noch nicht ihren Geruch verloren hatten. Die Absorption der Säure konnte man, mittelst der durch sie hervorgebrachten röthlichen Farbe, am Stiele verfolgen, und der eingetauchte Theil desselben war immer weniger als der zur Säure herausragende angegriffen.

Durch Wiederholung und Vermannichfaltigung derartiger Versuche schien es ziemlich erwiesen, dafs, wie bei den Thieren, gewisse Gifte von der ganzen Pflanze absorbirt wurden, und andere ihre schädlichen Einwirkungen nur mittelst einer örtlichen Action ausübten, die

Digitized by Google

auf eine unbekannte Weise und auf andern Wegen, als den eigentlichen Gefäfsen, zu den übrigen Theilen der Pflanze übergeführt wurden.

Nach diesem Resultate war es der nächste Zweck dieser Untersuchungen, die Art der auf die Lebensfunctionen der Pflanze ausgeübte Wirkung aufzusuchen. Das einzige Mittel, hiezu zu gelangen, schien mir: Pflanzen, die sichtbarer und vom Beobachter beliebig zu erregender Bewegungen fähig sind, dem Einflusse der Gifte von verschiedenen Classen zu unterwerfen. Die erste von diesen an Zahl so geringen Pflanzen, welche ich zu diesen Versuchen anwandte, war die Berberitze (*Berberis vulgaris*). Bekanntlich sind die Blumen dieses Strauches mit sechs Staubfäden versehen, welche die sonderbare Eigenschaft besitzen, dafs sie dem Pistill, von dem sie im völlig aufgeblühten Zustande abgebogen sind, sich nähern, wenn man sie mit der Spitze eines Instruments berührt. Die Bewegung findet nur, wie durch ein Gelenk, am Fufse des Staubfadens statt, und um sie hervorzubringen braucht man nur irgend einen Theil des Staubfadens, sogar nur die Anthere, mit einer Nadelspitze zu berühren. Sticht man tiefer in die Haut des Staubfadens, so ist die Bewegung rascher, und zuweilen von schwachen Oscillationen begleitet. Zuweilen auch, und besonders bei einer niedern Temperatur, ist die Bewegung langsamer, und es verfliefsen einige Augenblicke zwischen dem Reize und der darauf erfolgenden Annäherung des Staubfadens zum Pistill. In reines Wasser oder Gummilösung gestellt, behalten die Stengel der Berberitze mehrere Tage lang ihre Blumen am Lichte aufgeblüht und im reizbaren Zustande. Am Abend nähern sich die Staubfäden und Blumenblätter dem Pistill, wie bei den Blumen am Stamme, und fallen in den, von den Botanikern *Schlaf* genannten, Zustand, um am andern Morgen sich wieder zu öffnen und aufzublühen.

1. *Versuch.* Nach vierstündiger Eintauchung der Berbe-

Digitized by Google

beritzenstengel in Blausäure, hatten die Staubfäden, obgleich sie noch abgebogen waren, die Fähigkeit, sich auf Reiz zusammenzuziehen, gänzlich verloren. Das Gelenk war biegsam, und man konnte sie mit dem Instrumente nach Belieben neigen. Die Blätter zeigten kaum einen Anfang zum Verwelken. Als die aufgeblühten Blumen in Blausäure gebracht wurden, fand dieselbe Erscheinung statt, aber viel schneller, und die Staubfäden hatten ihre Reizbarkeit ganz verloren.

2. *Versuch.* Derselbe Versuch wurde mit einer wäfsrigen Opiumlösung wiederholt. Nach neun Stunden fanden sich die Blumen offen, und die Staubfäden weich und der Contraction unfähig.

3. *Versuch.* Hierauf wurden verdünnte Lösungen von Arsenikoxyd und arseniksaurem Kali angewandt. Nach drei Stunden hatten auch hier die Staubfäden an den eingetauchten Stengeln ihre Fähigkeit, sich dem Pistill zu nähern, verloren; allein merkwürdigerweise waren sie steif und zurückgebogen, und sie liefsen sich, ohne abzubrechen, nicht biegen. Man hätte sagen können, dafs sie eine Irritation, eine vegetabilische Entzündung erlitten, wenn dieser Ausdruck erlaubt wäre.

Eine Lösung von Aetzsublimat wirkte eben so, obgleich langsamer und weniger merklich.

Die zweite zu Bewegungen reizbare Pflanze, welche ich zu dieser Gattung von Versuchen anwenden konnte, war die *Mimosa pudica.*

Es ist überflüssig, hier die Bewegungen zu beschreiben, welche diese Pflanze im gesunden Zustande darbietet. Sie sind Jedermann bekannt, und von einer grofsen Anzahl von Botanikern untersucht; ich brauche hierunter nur Hrn. Desfontaines zu nennen, und ganz besonders Hrn. Dutrochet, welcher neuerlich den von seinen Vorgängern beobachteten Thatsachen mehrere interessante hinzugefügt hat.

Wenn man ein Blatt von der Mimosa abschneidet

Digitized by Google

und in ein Gefäfs mit reinem Wasser fallen läfst, so zieht es gewöhnlich seine Fiedern rasch zusammen, breitet sie aber nach einigen Minuten abermals aus, und erlangt wiederum die Fähigkeit, sich wie zuvor bei Berührung mit einem fremden Körper zusammenzuziehen. Diese Empfindlichkeit behält sie zwei oder drei Tage. Wenn der Schnitt ohne Stofs und mit einem recht scharfen Instrumente geschieht, so läfst sich das Blatt abtrennen, ohne dafs sich die Fiedern zusammenziehen. Man kann sogar die von der Pflanze abgetrennten Zweige mehrere Tage empfindlich erhalten, wenn man sie in kaltes Wasser taucht. Mit Gummiwasser gelingt es auf gleiche Weise.

Wirkung der Aetzmittel.

Sublimat. Wenn man ein Mimosnblatt abschneidet und in eine Lösung von Aetzsublimat fallen läfst, so bemerkt man ziemlich rasche Contractionen am Blatte und an den Fiedern; diese biegen sich auf eine ungewöhnliche Weise, breiten sich aber nicht wieder aus. Umsonst legt man die Blätter in reines Wasser, sie bleiben steif und unbeweglich, und lassen sich nur schwierig mit dem Finger biegen.

Zu Wasser, worin ein entfalteter Mimosenzweig enthalten war, wurde etwas Sublimatlösung hinzugesetzt Die Blätter krümmten sich nach und nach auf eine sonderbare Art, zogen sich darauf zusammen und senkten sich. So lange die Lösung schwach war, öffneten sie sich wieder am andern Morgen und zeigten noch Empfindlichkeit; allein sie zogen sich unter Krümmung zusammen, und blieben bis zum Tode steif und straff.

Lösungen von Arsenik und arseniksaurem Kali zeigten dieselben Erscheinungen.

Wirknng betäubender Mittel.

Opium. In eine mit siedendem Wasser gemachte Opiumlösung wurde, nach Erkaltung und hinreichender

Digitized by Google

Verdünnung, ein Mimosenblatt anderthalb Stunden lang gestellt. Nach einigen Minuten breitete es sich aus; wie im Wasser, und eine halbe Stunde hernach geprüft, gab es die gewöhnlichen Anzeigen von Contractilität. Nach sechs Stunden war es noch ausgebreitet, und, wie es schien, im gesunden Zustande; allein es vermochte nicht mehr auf Reiz sich zu bewegen. Die Blattfiedern waren im Gelenke biegsam, und zeigten hinsichtlich des gereizten Zustandes einen auffallenden Gegensatz mit denjenigen, welche der Wirkung des Sublimats unterworfen gewesen waren.

Reines Wasser stellte ihr Zusammenziehungsvermögen nicht wieder her.

Ein grofser Zweig, der um 11 Uhr 25 Minuten in eine Opiumlösung gestellt worden war, breitete sich darin aus, und seine Blattfiedern entfalteten sich; allein schon um 12 Uhr hatte er einen grofsen Theil seiner Empfindlichkeit verloren, und seine Fiedern, obgleich noch lebend, waren wie eingeschlafen, und bedurften eines mehrmaligen Reizes, um sich zusammenzulegen. Um 12 ½ Uhr waren die Contractionen gänzlich verschwunden, und eine Stunde hernach schien der Zweig abgestorben zu seyn.

Blausäure. Ein Mimosenblatt, welches auf die Oberfläche der Lösung einer Blausäure, von der Stärke der Scheel'schen, gelegt wird, zieht sich anfangs zusammen, breitet sich darauf etwas aus, ist aber ganz unempfindlich. Die Gelenke der Fiedern sind biegsam, und werden durch Wasser nicht wieder in den gesunden Zustand versetzt. Wenn die Säure mit dem Vier- oder Fünffachen ihres Gewichts an Wasser verdünnt ist, breiten sich die Blattfiedern wie im reinen Wasser aus, und sind anscheinend ganz gesund; allein sie können zu keiner Bewegung angereizt werden.

Ein Tropfen Blausäure auf zwei Fiedern eines Blatts einer gesunden Pflanze gebracht, bewirkt, dafs sich nach und nach alle Blattfiedern paarweise zusammenziehen.

Digitized by Google

Wasser, oder Lösungen von Opium oder ätzenden Giften in gleicher Weise angewandt, bringen dagegen diese Wirkung nicht hervor. Bei der Blausäure breiten sich übrigens die Fiedern nach einiger Zeit von Neuem aus, allein ohne gegen äufsern Reiz empfindlich zu seyn; erst nach einer halben Stunde erlangen sie allmälig ihre Empfindlichkeit wieder, doch sind sie wie betäubt.

Setzt man ein Mimosenblatt dem Dunste einer offnen Flasche mit Scheel'scher Blausäure aus, so sieht man nach einer Minute, dafs alle Blattfiedern sich nach einander paarweise zusammenziehen; und wenn sie sich allmälig wieder geöffnet haben, so findet man sie eine Viertel- oder halbe Stunde lang unempfindlich, und fast eine ganze Stunde, während welcher sie wie betäubt sind, ist zur völligen Wiederherstellung ihres Zusammenziehungsvermögens erforderlich. Ammoniak scheint die Genesung zu beschleunigen und einigermafsen die schädliche Wirkung der Säure zu vernichten.

Als man den Hals der Flasche, welche die Säure enthielt, unter die Verzweigung der Blattstiele stellte, ohne dafs er diese berühren konnte, schlossen sich bei vier dem Dunste ausgesetzten Blättern die Blattfiedern, und zwar gewöhnlich an der Basis zuerst, zuweilen jedoch am Ende oder in der Mitte des Blatts. Die Blattfiedern hatten, als sie sich öffneten, keine Empfindlichkeit, und erlangten sie erst allmälig wieder.

Nachdem die merkwürdige Wirkung der verdünnten Blausäure, die Empfindlichkeit der Mimosa je nach den Umständen auf eine Zeit lang zu zerstören oder zu schwächen, bestätigt worden war, hielt ich es für interessant, diese Wirkung zu verlängern und dabei die Pflanze in möglichst unverändertem Zustande zu erhalten. Ich stellte auf das Gefäfs, welches die Mimosen enthielt, ein Schälchen mit schwacher Blausäure, so dafs ein oder zwei Blätter und zuweilen ein ganzer Zweig in die Flüssigkeit tauchte, oder auf deren Oberfläche lag. Die Blattfiedern

Digitized by Google

blieben ausgebreitet und frisch, wie im gesunden Zustande, nur waren sie fast sogleich ganz unempfindlich.

Nachdem die Blattfiedern zwei Stunden lang in der Blausäure-Lösung verweilt hatten, nahm ich die Tasse fort. Wie ich die Fiedern auch zu bewegen suchte, so blieben sie doch, wie bei meinen frühern Versuchen, ausgebreitet und ohne Contraction, und dennoch war es unmöglich in ihrem äufsern Ansehen eine Verletzung oder Kränklichkeit wahrzunehmen. Um 5 Uhr Abends wurde der Versuch beendigt und die Blattfiedern sich selbst überlassen. Um 6, 7 und 8 Uhr zeigten sie sich bei Untersuchung geöffnet und unempfindlich. Um Mitternacht wurden sie auf's Neue besichtigt, und ich erstaunte dabei zu sehen, dafs die Blätter, auf welche die Blausäure gewirkt hatte, immer noch ausgebreitet und im Zustande des Wachens waren, während alle übrigen Theile der Pflanze und die benachbarten Mimosen sich gesenkt, zusammengezogen, und in den Zustand des sogenannten Schlafens begeben hatten. Am andern Morgen erhielten sie wieder etwas Empfindlichkeit, und den ganzen Tag hindurch waren sie erstarrt. Auf gleiche Weise ist es mir gelungen, bei andern Pflanzen die Ausführung der, Schlaf genannten, Bewegungen zu verhindern, und ein wenig Blausäure würde hinreichen, die ganze botanische Uhr des berühmten Linnée in Unordnung zu bringen.

Man kann also, ohne die Mimose zu tödten, direct auf dasjenige fragliche Organ derselben wirken, mittelst dessen sie jene sonderbaren Bewegungen vollführt. Könnte man nicht daraus schliefsen, ohne sich einer zu gewagten Annahme schuldig zu machen, dafs diese Bewegungen nicht allein von den die Ernährung der Pflanze bedingenden Kräften abhängig sind.

Hr. Dutrochet hat, seiner Bekanntmachung zufolge, in dem Zellgewebe mehrerer Pflanzen, und besonders der Mimose, symmetrisch liegende Punkte entdeckt, und dieselben, ohne Anstand, *Nervenkörperchen* genannt. Nichts

Digitized by Google

beweist ohne Zweifel, dafs diese Punkte mit den bei der Pflanze erregbaren Bewegungen in Beziehung stehen, noch: dafs das Organ, von welchem dieselben abhängen, und das bewundernswürdige und verwickelte System der thierischen Sensibilität durch dieses Wort bezeichnet werden könnten. Es müfste möglich seyn, eine dieser Körperchen beraubte Pflanze wachsen zu lassen, wie Hr. Flourens zehn Monate ein Thier hat leben lassen, welches seiner Gehirnlappen beraubt worden war; und wenn im ersten Falle, wie es im zweiten geschah, das organische Wesen unempfindlich geworden wäre, wer würde nicht von einer so auffallenden Analogie betroffen worden seyn? Was indefs dem Scalpel nicht möglich war, das bewirken für eine Zeit lang die narkotischen Gifte, und es wäre interessant zu wissen, ob sich mit dem Mikroskope eine Veränderung in dem Zustande der Nervenkörperchen bei der Mimose nachweisen liefse.

Ich habe mir vorgenommen, dieses im künftigen Sommer zu untersuchen; und indem ich mich beeile, diese nur irreleitenden Inductionen zu verlassen, erinnere ich noch an ein anderes Resultat dieser Versuche, nämlich an die Contraction und Rigidität der bewegungsfähigen Theile, wenn die reizbaren Pflanzen mit ätzenden Giften behandelt wurden, und an die gänzliche Zerstörung aller Irritabilität, wenn die Gifte narkotischer Natur waren.

XV. *Ueber die Vergiftung der Pflanzen durch ihre eigenen Gifte; von Hrn. Macaire-Prinsep.*

(*Annales de chim. et de phys. XXXIX. p.* 95. Dieser Aufsatz ist, so wie auch der vorhergehende, ursprünglich in den Schriften der in Genf bestehenden *Société de Physique et d'Histoire naturelle* erschienen, und in dieser Gesellschaft am 2. Aug, 1827 vorgelesen worden.)

Als wir, Hr. Marcet und ich, die Resultate unserer Versuche über die Vergiftung der Pflanzen überreichten,

Digitized by Google

war es unser Vorsatz, die Wirkung der Pflanzengifte auf ihre eignen Mutterpflanzen auszumitteln. Das Resultat meiner Beobachtungen über diesen Gegenstand ist es, welches ich die Ehre habe der Gesellschaft vorzulegen.

Der Kürze wegen übergehe ich die Einzelnheiten der Versuche, und führe blofs die Hauptergebnisse an. Die untersuchten Pflanzen waren drei an der Zahl, nämlich: *Datura Stramonium, Hyoscyamus niger* und *Momordica Elaterium.*

1. Frisch abgeschnittene Zweige dieser Pflanzen, in destillirtes Wasser gestellt, welches einen bis fünf Gran von dem Extracte derselben aufgelöst enthielt, fingen bald an zu verwelken, und starben nach einer oder zwei Stunden völlig ab. Zweige dagegen, die im Wasser mit einem gleichen Gehalte an Gummi aufbewahrt worden waren, hatten nichts gelitten.

2. Zweige, die in den mit Wasser vermischten frischen Saft der Pflanzen, von denen sie abgebrochen waren, gestellt wurden, kamen fast in demselben Zeitraume um.

3. Exemplare jener drei Giftpflanzen endlich, die in Gefäfsen aufgezogen, und, nachdem sie sich in voller Kraft befanden, mit Wasser, welches eine gewisse Menge von dem Safte aus ihren eigenen Zweigen gelöst enthielt, begossen worden waren, fingen bald an zu verwelken und umzukommen.

Aus diesen hier summarisch angeführten Versuchen geht hervor, dafs der Saft des Bilsenkrauts, der Springgurke und des Stechapfels, welcher für andere Pflanzen giftig ist, es gleichfalls ist für die Pflanzen, aus welchen er herstammt. Die Pflanzen bieten also in dieser Beziehung eine neue Analogie mit den Thieren dar; denn es ist bekannt, dafs die giftigen Schlangen sich selber tödten, wenn sie sich mit ihren Giftzähnen verwunden. Es scheint mir, als könne dieses Resultat bei den Pflanzen nur durch eine der folgenden Annahmen erklärt werden.

Digitized

1. Die aus der Pflanze gezogenen Säfte erleiden durch die Wirkung der Luft eine Veränderung, durch welche sie giftig werden. In der That habe ich bemerkt, dafs die Säfte jener drei Pflanzen, wenn man sie im frischen Zustande über Wasser oder Quecksilber in eine bestimmte Menge Luft einschliefst, nach einigen Stunden den ganzen Sauerstoffgehalt derselben absorbiren, und ihn durch eine gleiche oder gröfsere Menge Kohlensäure ersetzen. Uebrigens kommt diese Wirkungsweise dem Safte mehrerer andern von mir untersuchten Pflanzen zu.

2. Die giftigen und die eigentlich serösen Säfte sind bei den Giftpflanzen durch verschiedene Ordnungen von Canälen getrennt. Diese Annahme ist dem analog, was man bei den giftigen Schlangen wahrnimmt, und wovon auch das Pflanzenreich ähnliche Thatsachen darbietet. So hat bekanntlich Fabroni sich überzeugt, dafs bei der Weintraube und andern gährungsfähigen Früchten, der Zucker und das Ferment sich in besonderen Gefäfsen befinden, wodurch es erklärlich ist, weshalb die Gährung erst nach der Desorganisation der Frucht eintritt. Wäre diese Idee für die Giftpflanze angenommen, so müfste man den giftigen Saft als eine eigene Art von Zucker, d. h. als eine Secretion, betrachten.

XVI. *Ueber die Färbung der Blätter im Herbste; von Hrn. Macaire-Prinsep.*

(*Biblioth. universell. T. XXXIX. p.* 125,)

Es giebt wohl Keinen, der nicht durch den Anblick der mannigfaltigen und glänzenden Farben, mit denen im Herbste so rasch das Laub sich schmückt, in Erstaunen und oft in Verwunderung versetzt worden wäre. Es scheint, als wolle die Natur, nachdem sie die Augen der Menschen, so lange die Sonne im vollen Glanze war,

Digitized by Google

durch einen sanften und beinahe gleichförmigen Farbenton geschont hat, die letzten ihr übrig bleibenden Momente unter Entwicklung ihrer ganzen Kraft benutzen, um der Landschaft die reichsten und verschiedenartigsten Farben zu ertheilen, und mit diesem glänzenden Schauspiel die Reihe der jährlichen Vegetationsphänomene zu beschliefsen. Diese so merkwürdige Veränderung hat natürlich die Aufmerksamkeit der Physiologen auf sich gezogen; allein fast alle haben sie nur im Vorbeigehn und in Verbindung mit einer andern Thatsache, nämlich dem Abfallen der Blätter, betrachtet, deren Erklärung ihnen weit wichtiger erschienen ist. So haben Mehrere, wie z. B. Hr. Lamark, in dieser herbstlichen Färbung der Blätter nur einen krankhaften Zustand sehen wollen, und Senebier nur eine Verderbung oder Verringerung ihrer Nahrungssäfte, welche den Fall der Blätter durch Lähmung ihres oberen Netzes vorbereite. Es hat mir geschienen, dafs diese beiden Phänomene unabhängig genug von einander seyen, um eine gesonderte Untersuchung zu verlangen, und, obgleich man im Allgemeinen nicht läugnen kann, dafs dem Falle der Blätter häufig eine Veränderung ihrer Farbe vorausgeht, so giebt es doch eine grofse Zahl von Beispielen, wo die Blätter grün abfallen, und andere, wo sie ihre Farbe ändern, ohne abzufallen. Diese Unterscheidung ist einigermafsen wichtig, weil diese Farbenveränderung, wenn sie nur den Fall des Blattes herbeiführte, mit der Mehrzahl der Physiologen als ein anfangendes Absterben zu betrachten wäre, während, wie ich glaube, sie für eine Lebenserscheinung der Pflanze anzusehen ist, für eine Folge der continuirlichen Wirkung derselben Agentien, welche die übrigen Functionen der Pflanzen leiten. Die wenigen Thatsachen, welche in dieser Abhandlung angeführt werden, können vielleicht zur Bestätigung dieser Meinung dienen.

Wie Jedermann weifs, stellt sich die Farbenverän-

Digitized by Google

derung, welche Gegenstand unserer Untersuchung ist, gegen das Ende des Sommers oder im Laufe des Herbstes bei den Blättern ein. Wie verschieden die sich darbietenden Farbentöne auch seyn mögen, so kann man doch bis auf einige wenige Ausnahmen sagen, dafs sie in gelbe oder rothe Nüancen übergehen, welche in dieser Jahreszeit die herrschenden Farben in der Landschaft sind. Diese Umwandlung wird indefs nicht augenblicklich sichtbar; gewöhnlich verschwindet die grüne Farbe stufenweise in dem Blatte, und viele Blätter, wie z. B. die der Acacie und des Aprikosenbaumes, fangen hie und da fleckenweise an gelb zu werden. Bei andern, z. B. bei den Birnbaumblättern, erhalten sich Flecke von schönem Grün lange Zeit auf einem orangefarbenen oder gelben Grunde. Einige, wie z. B. die Blätter von *Rhus Coriaria*, beginnen ihre Umänderung an den Rändern und vor allem an der Spitze. Die Rippen und die anliegenden Theile des Zellgewebes scheinen ihre grüne Farbe am längsten zu behalten. Ich habe zu bemerken geglaubt, dafs die dunkelgrünen Blätter die rothe, und die hellgrünen die gelbe oder gelbliche Farbe annehmen. Die meisten Blätter, welche roth werden, gehen indefs durch das Gelb als eine Mittelstufe hindurch, wie man diefs beim *Rhus Coriaria* bemerken kann.

Einfluſs des Lichts. Es ist leicht einzusehen, dafs das Licht einen grofsen Einfluſs auf die herbstliche Färbung der Blätter ausüben müsse, da bei den Blättern, welche sich im natürlichen Zustande theilweise bedecken, der blofs liegende Theil immer schneller und stärker als der andere gefärbt ist. Es handelt sich nun darum, zu ermitteln, ob die Erscheinung auch in der Finsternifs statt finde, wenn man entweder ganze Zweige oder Theile der Blätter gegen die Wirkung des Lichts in Schutz stellt. Ich habe nun immer gesehen, dafs hiedurch die Farbenveränderung gänzlich verhindert wird. Wenn das ganze Blatt im Finstern gehalten worden war, so fiel es grün

Digitized by Google

ab; war es aber nur zum Theil geschützt, so färbte sich der Rest des Zellgewebes, und der bedeckte Theil behielt seine ursprüngliche Farbe. Ich habe mich aufserdem überzeugt, dafs das Licht im ganzen Laufe der Erscheinung nöthig ist, denn wenn ich Blätter oder Theile derselben, welche, wie beim *Rhus Coriaria*, vor der Röthung gelb sind, gegen das Licht schützte, so fiel das Blatt gelb ab, oder der bedeckte Theil behielt diese Farbe, während dafs Uebrige sich röthete. Diefs beweist, dafs die Wirkung des Lichts bei allen Stufen der Färbung nöthig ist.

Wirkung der Atmosphäre. Jedermann kennt die wichtige Thatsache, deren Beweis wir besonders den schönen Untersuchungen unseres berühmten Collegen, des Hrn. Prof. Th. v. Saussure, verdanken, dafs die grünen Theile der Pflanzen, während der Nacht, eine nach der Pflanzengattung veränderliche Menge Sauerstoff absorbiren, und dafs sie eine gewisse Menge dieses Gases aushauchen, wenn man sie im Quellwasser dem Sonnenlichte aussetzt. Begierig zu erfahren, welche Abänderung die herbstliche Färbung der Blätter in dieser Erscheinung hervorbringe, habe ich mehrere Reihen von Versuchen angestellt, und dabei so sorgfältig wie möglich die Angaben des Hrn. de Saussure befolgt. Ich habe mich zunächst überzeugt, dafs die bereits gefärbten Blätter kein Sauerstoffgas im Sonnenlicht entwickeln; eine Thatsache, welche, wie ich hernach erfuhr, schon von Senebier entdeckt worden ist. Im Verfolge meiner Untersuchungen habe ich gefunden, dafs die Btätter mit ihrer Entwicklung von Sauerstoffgas im Sonnenlichte aufhören, sobald sie entweder schon zum Theil gefärbt sind, oder auf dem Punkte stehen, ihre Farbe zu verändern, auch dann, wenn sie dem Auge noch ganz grün erscheinen. Eben so habe ich durch eine grofse Anzahl von Versuchen, deren Detail ich mich hier überhoben glaube, gefunden, dafs die Blätter, welche in dem Hinneigen zur

Digitized by

herbstlichen Färbung bis auf denselben Punkt gelangt sind, fortfahren, während der Nacht Sauerstoff einzusaugen, und zwar in stets abnehmender Menge, in dem Maſse als die Färbung vorschreitet. Dieſs erlaubt den Schluſs, daſs die Farbenveränderung von der Fixirung dieses Sauerstoffs in dem Farbstoffe des Blattes herrührt.

Von dem Farbstoffe der Blätter. Vor einigen Jahren fanden die HH. Pelletier und Caventou an der grünen Substanz der Blätter besondere Eigenschaften auf, und sie stellten sie deshalb unter dem Namen der *Chlorophyle* unter die näheren Producte des Pflanzenreichs. Da diese Substanz der Sitz der Farbenabänderungen der Blätter zu seyn schien, so muſste sie der Gegenstand meiner Untersuchungen werden. Nachdem ich die Eigenschaften derselben, welche ich sogleich anführen werde, auf's Neue studirt hatte, beeiferte ich mich die entsprechende Substanz der durch den Einfluſs des Herbstes gelb oder roth gefärbten Blätter zu untersuchen. Um die Chlorophyle zu erhalten, lieſsen die HH. Pelletier und Caventou Alkohol auf das Pflanzenmark wirken; allein ich fand, daſs man, wenn man mit Blättern arbeite, sie zuvor mit Aether kochen müsse, um ihnen das Wachs und Fett, welches sie fast immer enthalten, zu entziehen.

Behandelt man die gelb gewordenen Blätter des Pappelbaums (*Populus fastigiata*) siedend mit Schwefeläther, so nimmt dieser eine schwache gelbe Farbe an, und setzt beim Erkalten eine pulverige Substanz ab, welche alle Eigenschaften des Wachses besitzt. Durch Verdampfung des Aethers bekommt man eine fette, starre, weiſse und bei gelinder Wärme schmelzbare Substanz, welche einen starken Pappelgeruch besitzt und beim Erhitzen einen scharfen stechenden Dampf ausstöſst. Die nämliche Substanz findet sich auch in den grünen Blättern.

Der Rückstand der gelben Blätter wurde mit einer hinlänglichen Menge Alkohols von 40° B. gekocht, wo-

Digitized by Google

durch dieser eine schöne gelbe Farbe annahm und die Blätter die ihrige verloren. Diese Lösung, mit Wasser gemischt, trübte sich anfangs nicht; allein bald schieden sich gelbliche Flocken aus, die ein harziges Ansehen hatten. Als ein wenig Alaunlösung und darauf Aetzkalilösung hinzugesetzt wurde, schlug sich ein schön orangengelber Lack nieder.

Bei gelinder Wärme verdampft, setzte der alkoholische Auszug der gelben Blätter eine starre durchscheinende orangengelbe Substanz ab, die einen krautartigen Geschmack besafs, in der Wärme zusammenbackte, in Alkohol und Aether mit gelber Farbe löslich war, sich im kalten Wasser nicht, aber in verdünnter Säure bei Erwärmung ein wenig löste, und auf dem Feuer erstlich schmolz, dann aufkochte, und nun einen angenehmen Geruch nach einem verbrennten Pflanzenstoff aushauchte. Mit verdünnter Salpetersäure erhitzt, schwoll die gelbe Substanz auf, löste sich dann, und liefs einen gelblichweifsen Rückstand, welcher, mit Wasser behandelt, keine Anzeigen von zugegenseyender Oxalsäure gab.

Alle diese Eigenschaften, bis auf die Farbenabänderungen, besitzt auch die grüne Substanz, welche man nach demselben Verfahren aus den noch grünen Blättern desselben Baumes zieht. Die Verschiedenheiten zwischen diesen beiden Substanzen bestehen einerseits darin, dafs die grüne in fetten und ätherischen Oelen löslich, die gelbe dagegen in diesen Flüssigkeiten unlöslich ist, und dann in der Wirkung der Säuren und Alkalien.

Das gelbe Harz wird nämlich durch längeres Liegen in Alkalien, selbst in der Kälte, wieder grün, und Erwärmung beschleunigt diese Umwandlung. Es ist dann durchaus der Chlorophyle ähnlich, und wird, wie diese, in Oelen löslich. Andrerseits nimmt die Chlorophyle durch alle Körper, welche, wie die Säuren, Sauerstoff fahren lassen, oder durch Anwendung der Mittel, welche, wie Berührung mit der Luft, Erwärmung u. s. w., die Ver-

Digitized by Google

bindung mit Sauerstoffgas befördern, eine gelbe oder rothe Farbe an; so dafs das Harz aus den Blättern, welche die herbstliche Färbung erlitten haben, nichts anders als das grüne Harz zu seyn scheint, welches eine Oxydation oder eine Art von Säurung erlitten hat.

Wenn man ein gelbes Blatt von einem beliebigen Baume einige Zeit in Kali liegen läfst, so wird es wieder schön grün, ohne sonst eine merkliche Veränderung zu erleiden; Ammoniak und alle übrigen Alkalien bewirken dasselbe. Ein grünes Blatt dagegen, welches in eine Säure gelegt ist, wird bald gelb oder roth, und Kali stellt die grüne Farbe wieder her.

Es war unmöglich den Namen Chlorophyle für eine Substanz beizubehalten, welche nicht allein nicht immer grün ist, sondern auch, wie ich bald anführen werde, selbst anderswo als in Blättern vorkommt. Ich hatte deshalb das Wort *Phytochrom* erdacht, als Hr. Prof. de Candolle mir sagte, dafs er gleichfalls eine neue Benennung für zweckmäfsig gehalten, und den Namen *Chromule* gewählt hätte. Diesen habe ich dann für die Folge in dieser Abhandlung angewandt.

Wenn man die rothgewordenen Blätter vom Sumach (*Rhus Coriaria*) oder vom Pappelbaum siedend mit Alkohol von 40° B. behandelt, so färbt sich die Flüssigkeit schön blutroth, und beim Erkalten setzt sie eine harzige Substanz ab, die durch Alkalien schön grün wird. Da man die grüne Chromule durch eine gelbe Nüance hindurchgehen sieht, ehe sie zum Roth gelangt, so mufs man natürlich daraus schliefsen, dafs die letztere Farbe mit einer höheren Oxydation verbunden sey. Es geht aus diesen Thatsachen hervor, dafs man die Farbenveränderung, welche die Chromule der Blätter im Herbste erleidet, durch eine Fixirung neuer Portionen von Sauerstoff, welcher fortwährend absorbirt, aber nicht ausgehaucht wird, leicht erklären könne. Diese Absorption bewirkt in der Chromule allmälige Farbenveränderungen,

Digitized by Google

ohne dafs dadurch die übrigen Eigenschaften derselben merklich geändert werden. Hiedurch erklärt man auch leicht die Erscheinungen bei gewissen Blättern, wie z. B. den von *Arum bicolor*, welche drei Farben, nämlich Roth, Gelb und Grün, zugleich darbieten; ferner bei den von *Tradescantia discolor*, welche an der untern Seite schön roth, auf der oberen dagegen grün sind; wirklich kann man aus diesen verschiedenen Theilen eine verschieden gefärbte Chromule ziehen, und die gelbe und rothe geht durch Einwirkung von Kali in die grüne über.

Nachdem ich gefunden hatte, dafs der Färbestoff der Blätter durch sehr geringe Abänderungen eine grüne, rothe oder gelbe Farbe und deren Mischungen annehmen kann, so wurde es von Interesse, zu untersuchen, ob man nach der Analogie, die, wie durch die Beobachtungen der Botaniker erwiesen ist, zwischen den verschiedenen Organen der Pflanzen, z. B. den Blättern, Kelchen, Blumenkronen und ihren Dependencien, stattfindet, auch in den Blumen den Farbestoff der Blätter auffinden könne.

Es war zuvörderst leicht, in den Kelchen die grüne Chromule der Blätter wieder zu finden. Als ein Mittelding zwischen Kelch und Blumenkrone nahm ich die gefärbten Kelchblätter von *Salvia Splendens*; ich zog daraus, mittelst Alkohol, eine schön rothe harzige Substanz, welche alle Eigenschaften der Chromule in den Blättern besafs, wie diese durch Alkalien grün, durch Säuren roth wurde und in Oelen unlöslich war. Als ich darauf zu den Blumenblättern der *Salvia Splendens* überging, und den die Blumen tragenden Stiel, welcher wie diese roth ist, nahm, erhielt ich das nämliche Product. Die Blumenblätter der rothen Geranien, der bengalischen Rosen, der Astern u. s. w., gaben bei gleicher Behandlung als Färbestoff die rothe Chromule, und die Blumen blieben halbdurchsichtig und farblos zurück. Alle gelbe Blumen, welche ich untersuchen konnte, gaben mir eine eben so gefärbte Chromule, die durch Alkalien grün wurde.

Digitized by Google

Die weifsen Blumen, wenigstens die geringe Zahl derselben, deren Anschaffung die vorgerückte Jahreszeit mir erlaubt hat, scheinen eine schwach gelbliche Chromule zu enthalten, deren Farbe durch einen natürlichen Procefs, der noch später untersucht werden mufs, abgeändert ist. Die röthlichblauen Blumen, wie z. B. die von Levkoje, gaben anfangs eine rosenrothe und darauf eine purpurfarbene Tinktur, und hinterliefsen einen schön violett gefärbten Rückstand. Die schön blauen Blumen von *Viola odorata* gaben auf gleiche Weise eine schön blaue Substanz, ziemlich ähnlich der vorhergehenden. Diese Substanz wird grün durch Alkalien und roth durch Säuren, ist löslich in kaltem Wasser, und läfst sich im pulverigen Zustand aufheben, wenn man die Farbe der Viole erhalten will. Da man argwöhnen könnte, dafs sie das Resultat einer Verbindung der rothen Chromule mit einem Pflanzenalkali wäre, so versuchte ich, sie durch eine künstliche Verbindung dieser Art nachzuahmen. Ich rieb daher eine kleine Menge eines Pflanzenalkali's, z. B. von *Quinine*, *Strychnine* u. s. w., mit der rothen aus ähnlich gefärbten Blättern gezogenen Chromule zusammen, und fand, dafs diefs Gemenge in kaltem Wasser löslich war, nicht mehr die harzige Beschaffenheit der Chromule besafs, und eine bläulichgrüne Farbe hatta, eine so ausgezeichnete, als ich von einem von den natürlichen Processen so entfernten Versuch nur erwarten konnte. Diefs Gemisch wurde mit Säuren roth und durch Alkalien wieder bläulich, ganz wie es bei der blauen Pflanzen-Tinktur der Fall war. Ammoniakdunst ertheilt gleichfalls der rothen Chromule eine bläuliche Farbe, allein in der Wärme und an der Luft verdampft das Gas, und die rothe Farbe kommt wieder zum Vorschein.

Es scheint mir, als könne man aus diesen Thatsachen schliefsen, dafs die blauen und violetten Blumen als Färbestoff eine Verbindung der rothen Chromule mit ei-

Digitized by Google

einem Pflanzenalkali enthalten, und werde, sobald es die Jahreszeit erlaubt, diesen Schluſs durch eine Analyse zu unterstützen suchen.

Im vergangenen Frühjahr hatte ich Gelegenheit mehrere Abarten von der Ackeley (*Aquilegia vulgaris*) zu untersuchen, unglücklicherweise bevor ich mich mit den Versuchen beschäftigte, die Gegenstand dieser Abhandlung sind. Diese eigentlich blaue Blume geht leicht in Roth über und durchläuft dabei die Mittelstufen. Die blauen und die rothen Blumen geben bei Behandlung mit Wasser oder mit Alkohol sicherlich neutrale Tinkturen, vielleicht gar alkalische im ersten Fall, und entschieden saure im zweiten. Ich habe sogar bemerkt, daſs die rothen Blumen Essigsäure an die angewandten Flüssigkeiten abgaben.

Faſst man die in dieser kurzen Arbeit erwähnten Thatsachen zusammen, so glaube ich folgende Schlüsse aus ihnen ziehen zu können.

1. Alle farbigen Theile der Vegetabilien scheinen eine besondere Substanz, *die Chromule*, zu enthalten, die durch geringe Umstände ihre Farbe verändert.

2. Die Farbenveränderung der Blätter im Herbste rührt von einer Fixirung des Sauerstoffs und einer Art von Säurung her.

XVII. *Ueber die Wirkungen zwischen Gold und Silber im starren Zustande, und die Legirungen von Gold und Platin.*

Im vorigen Bande dieser Annalen, S. 576., wurde als eine von Hrn. James Prinsep, Wardein an der Münze zu Benares, gemachte Erfahrung mitgetheilt, daſs sich Gold und Silber bei längerer Berührung in gewöhnlicher Temperatur mit einander legirt hätten. Diese Nachricht ward

Digitized by Google

aus einem in den *Annals of Philosophy* enthaltenen Berichte genommen, welcher aber, wie aus dem Vergleiche mit der Originalabhandlung in den *Philosoph. Transact, f.* 1828. *pt.* 1. *p.* 79., hervorgeht, die Beobachtung nur unvollständig angab. Es wird daher nicht überflüssig seyn, aus letzterer Quelle das Bezügliche mitzutheilen, mufs freilich im Uebrigen die Richtigkeit der Beobachtung einstweilen dahin gestellt bleiben.

Die erwähnte Feder, nach dem Compensationsprincipe aus Silber und Gold verfertigt, war als Index an dem Ende einer Stange befindlich, die durch ihre Ausdehnung die Hitze eines Ofens anzugeben hatte, und deshalb quer durch denselben gelegt war. Die Hitze, welche dieser Feder ertheilt wurde, konnte niemals den Schmelzpunkt des Bleies oder 700° F. übersteigen, und dennoch war das Gold vollkommen entfärbt, und augenscheinlich vom Silber durchdrungen worden, eben so, wie es vom Quecksilber in gewöhnlicher Temperatur geschehen seyn würde. Diese Wirkung fing an den Rändern des Metallstreifens an, und hat sich jetzt fast über die ganze Fläche des Goldes ausgebreitet, wodurch diese, mit dem Mikroskop betrachtet, das Ansehen erhalten hat, als wäre sie mit kleinen zarten bleifarbenen Hervorragungen besetzt. Das Goldgelb hat, wo es noch nicht gänzlich umgeändert ist, die grüne Farbe einer Legirung von Gold und Silber erhalten. Die Imprägnation ist bis zu einer beträchtlichen Tiefe im Golde vorgedrungen, und dadurch hat die Feder immer mehr und mehr an Empfindlichkeit für Temperaturveränderungen verloren. Ich mufs indefs bemerken, sagt Hr. Prinsep, dafs an dem befestigten Ende des Streifens, wo ein Stück Platinblech zur Verstärkung und zur Stütze des Index angebracht ist, keine Entfärbung stattgefunden hat, so dafs es scheint, als habe die Platinbedeckung das Gold vor den Silberdämpfen geschützt. Ich mufs auch hinzufügen, dafs die beiden Metalle anfänglich völlig rein waren, und

Digitized by Google

dafs sie ohne Legirung mit einander verbunden wurden, indem man einen Silberzain auf einne Goldzain legte, beide erhitzte, bis der erste zu schmelzen anfing, und nun den verbundenen Zain auswalzte.

Unter den übrigen Beobachtungen, welche Hr. Prinsep im Laufe seiner, hauptsächlich die Messung hoher Temperaturen bezweckenden, Untersuchung zu machen Gelegenheit hatte, verdienen noch einige über das Verhalten der Legirungen aus Gold und Platin, wenn auch nur ihrer Sonderbarkeit wegen, eine nähere Erwähnung.

Es war ungefähr um's Jahr 1821, als ich, sagt Hr Prinsep, die ersten zwanzig Legirungen von Platin und Gold machte. Die Metalle waren rein, und die Verhältnisse bis auf weniger als ein Tausendstel einer jeden Probe, die genau 15 Gran wog, ajustirt. Die Metalle wurden in einer kräftigen Esse geschmolzen, auf Cupellen von Knochenasche, die in irdenen Tiegeln standen. Der Luftzutritt war möglichst gehindert; nur zuweilen war das Metall in Papier gewickelt, damit die kleineren Theile nicht getrennt wurden. Ich bin in der Beschreibung des Schmelzprocesses darum so ausführlich, weil sich mir an den geschmolzenen Proben einige unerwartete Umstände darboten, welche, wie ich glaube, bisher noch nicht beobachtet wurden. Als die Proben nach der Herausnahme aus dem Feuer untersucht wurden, fand sich, dafs einige beträchtlich an Gewicht zugenommen hatten, und diese unter dem Hammer mehr oder weniger spröde waren, während andere entweder ihr ursprüngliches Gewicht behalten, oder ein wenig an Gewicht verloren hatten, und diese, besonders die letzteren, zeigten sich völlig hämmerbar. Diese besafsen auch eine hellere Farbe und waren etwas tiefer an der Oberfläche krystallisirt mit den sonderbaren verflochten netzförmigen Einzähnungen, welche den Platinlegirungen so eigenthümlich sind.

Ich kann nicht umhin, fährt der Verfasser fort, hier einige wenige Bemerkungen über die Ursache dieser Er-

Digitized by Google

scheinung zu machen. Weder Gold noch Platin sind für sich, so viel man weifs, im Stande Sauerstoff in hohen Temperaturen zu absorbiren; und doch kann ich die Gewichtszunahme keiner andern Ursache zuschreiben, denn Kohle war in vielen Fällen gar nicht zugegen, und die Cupelle zeigte keine Spur einer erlittenen Einwirkung. Nur wenn eine Papierdecke angewandt worden war, hatte der phosphorsaure Kalk hie und da unter dem Metallkorn eine schöne hellblaue Farbe, ähnlich der vom phosphorsauren Eisen, angenommen. Ich überzeugte mich bald, dafs keine Kohle absorbirt worden war, indem ich eine Portion des verdächtigen Metalls in Königswasser löste. Ich konnte auch keine Spur von Kieselerde oder sonst einer Erde entdecken; wiewohl Herr Boussingault beobachtet hat, dafs das Platin leicht schmilzt, wenn man es, durch Erhitzen in einem mit Holzkohle ausgefütterten Tiegel, mit Kieselerde verbindet. Das so erhaltene Metall ist spröde, und hat ungefähr ein Procent an Gewicht gewonnen; allein die Kieselerde ist jedesmal dadurch zu entdecken, dafs die Lösung in Königswasser eine Gallerte bildet, was bei meinen Versuchen nie der Fall war. Ich bin daher geneigt, obgleich ich es aus Mangel einer gehörigen Untersuchung nicht erweisen kann, die Gewichtszunahme einer Absorption von Sauerstoffgas zuzuschreiben, wie sie nach Hrn. Lucas Erfahrungen beim Silber und Kupfer stattfindet. Allein das Silber giebt den Sauerstoff, welchen es im flüssigen Zustande absorbirt hatte, im Moment des Erstarrens wieder von sich; und das Kupfer kann, wenn es von einem (darin vermutheten) Sauerstoffgehalt ganz spröde ist, dadurch wieder in den hämmerbaren Zustand versetzt werden, dafs man Kohle mit dem schmelzenden Metalle in Berührung bringt. Wenn ich dagegen eine der Platinlegirungen in einer Hülle von Leder umschmolz, so nahm sie abermals an Gewicht zu, und wurde spröder als zuvor.

Digitized by Google

Der Gegenstand mufs daher einer künftigen Untersuchung zur Entscheidung überlassen bleiben.

Diesen Umständen hat man es unstreitig zuzuschreiben, dafs die Tafel, in welcher Hr. Prinsep die specifischen und absoluten Gewichte, so wie die Grade der Dehnbarkeit seiner Legirungen angiebt, so viele Unregelmäfsigkeiten enthält. Für die, welche die Versuche aber wiederholen wollen, möchte der folgende Auszug aus dieser Tafel das Wesentlichste enthalten.

Legirung von		Specifisches Gewicht.	Gewicht nach dem Schmelzen.	Dehnbarkeit.	Legirung von		Specifisches Gewicht.	Gewicht nach dem Schmelzen.	Dehnbarkeit.
Gold.	Platin.				Gold	Platin.			
100	0	19,36	1000	1	86	14	18,6	1000	2
99	1	18,4	1001,4	3	85	15	20,0	1000	1
98	2	19,0	1001	3	84	16	19,1	1004	3
97	3	19,0	1000	3	83	17	19,2	1003	3
96	4	19,8	1004		82	18	20,5	990?	1
95	5	19,1	1008,5	4	81	19	20,9	996	1
94	6	18,6	1001	3	80	20	18,9	1000,2	2
93	7	18,7	1014,5	5	75	25	20,9	992	2
92	8	19,5	1000	1	70	30	20,0	994	3
91	9	19,4	1000	1	65	35	19,9	990	1
90	10	18,7	1005	4	60	40	19,9	1000,2	4
89	11	19,0	1003	4	55	45	18,9	1000,3	4
88	12	19,4	1000	1	50	50	20,0	1000	3
87	13	18,8	1013	5					

Das specifische Gewicht wurde, was wohl nicht ganz zu billigen ist, nach dem Hämmern und Anlassen genommen; auch fehlt die Angabe der Temperatur, bei welcher dieſs geschah. Das Gewicht der Proben vor dem Schmelzen ist zu 1000 gesetzt. Die Grade der Dehnbarkeit sind durch Zahlen ausgedrückt, und zwar folgendermafsen: vollkommen hämmerbar =1, hämmerbar =2, etwas spröde =3, spröde =4, sehr spröde =5.

Was nun den Hauptzweck der Untersuchung, nämlich die Messung hoher Temperaturen, betrifft, so ist schon in der früheren Notiz gesagt, dafs der Verfasser denselben durch Benutzung der Schmelzpunkte von Sil-

Digitized by Google

ber, Gold, Platin und gewissen Legirungen aus diesen Metallen zu erreichen gesucht hat. So brauchbar aber dieses, auch schon von Anderen angewandte, Mittel unstreitig seyn mag, um, innerhalb gewisser Gränzen, den Grad der Hitze eines Ofens beurtheilen zu können; so ist doch leicht einzusehen, dafs die Zurückführung solcher hohen Temperaturen auf unsere gewöhnliche Thermometerskale bis jetzt noch sehr schwankend bleiben mufs, und, bevor sie nicht auf sichere Grundsätze gebracht worden ist, der wissenschaftliche Werth einer Untersuchung dieser Art verhältnifsmäfsig nur gering seyn kann *).

*) Etwas besser seinem Zweck entsprechend scheint das Verfahren zu seyn, welches neuerlich Hr. Schwarz in Anwendung gebracht hat (*Bullet. des Scienc. technol. T. IX. p.* 239. und ausführlich im *Bullet. de la Soc. industr. de Mühlhausen*). Derselbe bestimmt nämlich den auszumittelnden Hitzgrad, z. B. die Hitze eines Ofenfeuers, durch die Temperatur, welche eine Masse Quecksilber durch Eintauchung eines in diesem Feuer geglühten Platinwürfels erhält. Es ist klar, dafs das Quecksilber, sobald es in hinreichender Menge angewandt wird, nur eine mäfsige, mit dem gewöhnlichen Thermometer mefsbare Temperatur annimmt, aus welcher man, mittelst der specifischen Wärme und der Gewichtsmenge beider Substanzen, die Hitze, welche der Platinwürfel besafs, leicht berechnen kann. Schwerlich läfst sich aber hiebei vermeiden, dafs nicht vor der Eintauchung der Platinwürfel etwas erkalte, und bei derselben ein Theil des Quecksilbers verdampfe. Beide Umstände, verbunden mit dem Wärmeverlust durch den Queksilberbehälter und der Ungewifsheit über den Werth der specifischen Wärme des Platins in einer so hohen Temperatur, müssen natürlich befürchten lassen, dafs auch die auf diesem Wege erhaltenen Resultate nur annähernd genau sind. Uebrigens ist zu bemerken, dafs schon Coulomb diese Methode benutzt hat, um die zur Härtung seiner Magnetstäbe angewandte Temperatur zu bestimmen, und dafs sie gleichfalls von De Laroche bei seinen Versuchen über die strahlende Wärme gebraucht worden ist, zur Ausmittelung der Temperatur, welche das Kupfer bei Einlegung in die Brennpunkte seiner Hohlspiegel besafs.

Noch ein anderes Verfahren zur Bestimmung der Hitze eines

Digitized by Google

Es wird daher genügen, von einigen solchen Bemühungen des Hrn. Prinsep nur die Endresultate anzugeben. Er fand näunlich:

Volle Rothgluth	=1200° F.	
Helle Rothgluth (*Orange heat*)	=1650	
Silber, schmilzt	=1830	(nach Daniell =2233, nach Wedgewood =4717°.)
Silber mit $\frac{1}{10}$ Gold, schmilzt	=1920	
Silber mit $\frac{1}{4}$ Gold, schmilzt	=2050	

Die Bestimmung geschah mittelst der Ausdehnung der Luft in einer Art von Lufthermometer, dessen goldene Kugel in den Ofen gesteckt worden war. Die Zusammengesetztheit dieses Apparates und besonders die Unsicherheit der Correction, hinsichtlich der Ausdehnung desselben, geben natürlich den Resultaten auch keine grofse Zuverlässigkeit, obschon sie vielleicht gegen die früheren Bestimmungen nicht zurückstehen mögen.

Ofens ist kürzlich von einem Dr. M'Sweeny (*Gill's technic. Reposit. Vol. III. p.* 239.) vorgeschlagen. Derselbe räth nämlich, einen Hohlspiegel, in Gestalt eines abgestumpften an beiden Enden offnen Kegels, auf die Art dem Ofen gegenüber aufzustellen, dafs seine gröfsere Grundfläche demselben zugewandt sey, und seine Axe horizontal liege. Die Temperatur, welche, bei einem festgesetzten Abstande von dem Ofen, ein mitten in diesem Hohlspiegel aufgehängtes Thermometer durch die strahlende und reflectirte Wärme erhält, dient dann als Ausgangspunkt zur Bestimmung der Hitze. Zur Vergleichung der Intensität verschiedener Ofenfeuer mag diefs Verfahren wohl brauchbar seyn; allein schwerlich wird man nach den Angaben jenes Thermometers den gesuchten Hitzgrad mit Sicherheit auf unsere gewöhnliche Skale zurückführen können. Hr. M'Sweeny nimmt indessen an, dafs die Zahl von Graden, um welche jenes Thermometers mittelst der vom heifsen Körper ausgestrahlten Wärme über die Temperatur des Gemaches gestiegen ist, in directem Verhältnisse zu der Hitze dieses Körpers stehe, eine Annahme, die, wenn man den Einfluss der Oberfläche auf die Strahlung der Wärme in Erwägung zieht, nicht sehr zuverlässig erscheinen kann. *P.*

XVIII. *Ueber eine starre Verbindung von Schwefel und Cyan; von Hrn. Lassaigne.*

(Im Auszuge aus dem *Journ. de chim. med. Année V. p.* 1.)

Hr. Lassaigne bemerkte diese Verbindung zuerst, als er bei einer Temperatur von 15 bis 20° C. in einer engen hermetisch verschlossenen Glocke Chlorschwefel (im Maximo von Chlor) auf das Doppelte seines Gewichts an trocknem Cyanquecksilber wirken liefs. Nach mehreren Tagen nahm er einige Linien über dem Gemenge, an den Wänden der Glocke, weifse durchsichtige und ziemlich stark lichtbrechende Krystalle von rhomboïdaler Gestalt gewahr, welche er späterhin nach demselben Verfahren in gröfserer Menge darstellte. Die Krystalle machten indefs immer nicht mehr als den fünfundzwanzigsten Theil der ganzen Masse aus; das Uebrige bestand aus einer grofsen Menge Doppelt-Chlorquecksilber und einer in Wasser unlöslichen orangefarbenen Masse, welche Hr. L. in der Folge zu untersuchen gedachte.

Die Eigenschaften dieser Substanz sind nach dem Verfasser folgende.

Sie krystallisirt, wie das chlorsaure Kali, in schönen rhomboidalen Blättchen, besitzt einen sehr starken stechenden, dem Chlorcyan ähnlichen Geruch, schmeckt ätzend, und scheint, hieraus zu schliefsen, sehr stark auf die thierische Oeconomie zu wirken. Sie ist so flüchtig, dafs sie in den Gefäfsen, worin sie aufbewahrt wird, bei gewöhnlicher Temperatur sich sublimirt.

Dem gewöhnlichen Tageslicht auf einige Wochen ausgesetzt, wird sie gelb und darauf orangefarben, behält aber dabei die meisten ihrer chemischen Eigenschaften. Wahrscheinlich beruht diese Färbung auf einer Zersetzung.

Digitized by Google

Sie ist in Wasser und Alkohol löslich, besonders in ersterem. Die wäfsrige Lösung röthet das Lackmuspapier stark, die alkoholische dagegen erst nach Zutritt von Feuchtigkeit Alkalien heben diese Röthung auf. Kalk- und Barytwasser fällen die Lösung nicht; wenn man aber zuvor Chlor hinzugesetzt hat, entsteht mit letzterem ein Niederschlag von schwefelsaurem Baryt.

Mit ein wenig Wasser befeuchtet werden die Krystalle im Kreise der Volta'schen Säule zersetzt. Man sieht diefs besonders, wenn die Poldrähte von Silber sind. Der positive Draht überzieht sich mit einer dicken Schicht von Schwefelsilber, während der negative sich viel weniger schwärzt, und an ihm ein Mandelgeruch entsteht. Hienach wäre der Schwefel positiv gegen das Cyan.

Kalium wirkt augenblicklich auf diese Verbindung unter Entwicklung von viel Wärme und zuweilen von Licht. Es bilden sich Schwefelkalium und Cyankalium, wie sich diefs leicht bei Auflösung der starren Masse in Wasser ergiebt.

Kalihydrat verbindet sich unter geringer Wärmeentwicklung mit dieser Verbindung, aber ohne ihre Elemente zu trennen; denn die daraus entstehende salzartige Verbindung zeigt das diesem Schwefelcyan eigenthümliche Verhalten zu den Eisenoxydsalzen.

Das von Hrn. Lassaigne dargestellte Schwefelcyan theilt nämlich mit der von Porrett (eigentlich von Bucholz) entdeckten Schwefelblausäure die Eigenschaft, dafs es die Lösungen der Eisenoxydulsalze carmoisinroth färbt, und sich auch eben so wie diese Säure zu den Kupfersalzen verhält. Dagegen weicht das von Hrn. Lassaigne dargestellte Schwefelcyan darin von der Schwefelblausäure ab, dafs es von Silberoxyd, welches im Wasser vertheilt oder durch Kali aus der Lösung in Salpetersäure niedergeschlagen worden ist, zersetzt wird, unter Bildung von Schwefelsilber. Auch hat Hr. L. durch Verbrennung seines Schwefelcyans mit Kupferoxyd kei-

Digitized by

nen Wasserstoff darin entdecken können, welche in der trocknen Schwefelblausäure zugegen ist.

Vollends geht, wenn anders die Versuche richtig sind, die Verschiedenheit beider Substanzen aus der von Hrn. L. angestellten Analyse seines Schwefelcyans hervor Er verband nämlich dasselbe mit Kali, mischte es mit sechs Mal so viel Salpeter und glühte das Gemenge in einem Silbertiegel. Die Menge des schwefelsauren, Baryts die sich aus dem in Wasser gelösten und mit Salpetersäure gesättigten Rückstand mittelst Chlorbaryum fällen liefs, gab dann den Schwefelgehalt der Verbindung.

Von 0,1 Grm. Schwefelcyan wurden in einem Versuche 0,18 Grm., und in einem zweiten 0,176 Grm. schwefelsauren Baryts erhalten. Diefs würde folgende Verhältnisse ergeben:

	1. Versuch.	2. Versuch.	Mittel.
Cyan	75,52	76,08	75,80
Schwefel	24,48	23,92	24,20

und nach ihnen die Verbindung bestehen aus:

Cyan	4 Atomen	=655,40	in Hundert:	76,52
Schwefel	1 Atome	=201,16	- - -	23,48 *)
		856,56		100,00.

*) Dieser Analyse zufolge würde also das von Hrn. Lassaigne dargestellte Schwefelcyan nur ein Viertel des Schwefels enthalten, welche in dem Radical der Schwefelblausäure vorhanden ist. Nach der Analyse von Berzelius ist nämlich die Zusammensetzung des letzteren:

$$2\dot{N}\dot{C} = 659{,}822$$
$$4S = 804{,}660$$

während das erstere, nach Hrn. Lassaigne's Untersuchung, die aber freilich manches zu wünschen übrig läfst, die Formel:

$$2\dot{N}\dot{C} = 659{,}822$$
$$S = 201{,}165$$

bekommen würde. Ob übrigens dieses Schwefelcyan einerlei sey mit dem, welches H. Davy durch Erhitzen von Schwefel mit Cyanquecksilber erhalten hat, mufs, da dasselbe nicht näher

Digitized by Google

Hr. Lassaigne hatte sich übrigens vorgenommen, nächstens die Wirkung des Chlorphosphors auf das Cyanquecksilber zu untersuchen.

XIX. *Bericht über die von Hrn. Cagniard de Latour dargestellten und für Diamanten gehaltenen Krystalle.*

(Aus den im *Journ. de chim. med. Ann. V. p.* 38. *et* 39. mitgetheilten Verhandlungen der Pariser Academie)*).

In der Sitzung am 24. Nov. unterhielt Hr. Thénard die Academie der Wissenschaften zu Paris mit den Untersuchungen, welche er, gemeinschaftlich mit den HH. Dumas und Cagniard de Latour, über die von Letzteren dargestellten und für krystallisirten Kohlenstoff ausgegebene Krystalle in der polytechnischen Schule angestellt hatte.

Diese Krystalle waren, sagt der Berichterstatter, von zweierlei Art. Die einen, welche farblos und durchsichtig waren, zeigten sehr ähnliche physikalische Eigenschaften wie der Diamant; die anderen dagegen bestanden aus einem braunen sehr harten krystallisirten Pulver. Die ersteren, oder die dem Diamant ähnlichen durchsichtigen

beschrieben worden ist, einer künftigen Untersuchung zur Entscheidung vorbehalten bleiben. Bei dem grofsen Dunkel, welches noch über viele der aus Cyan, Schwefel und Wasserstoff bestehenden Verbindungen ausgebreitet ist, würde eine gründliche Untersuchung hier gewifs sehr verdienstlich seyn. *P.*

*) Von Hrn. Cagniard de Latour's Bemühungen zur Darstellung von Diamanten war schon im vorigen Hefte, S. 378., die Rede. Es wird daher nicht unzweckmäfsig seyn, hier nachzutragen, was sich seitdem durch eine von Seiten der Academie veranlafste Untersuchung der fraglichen Diamanten ergeben hat. Ob Hrn. Gannal's Diamanten die Probe besser bestanden haben oder bestehen werden, ist noch nicht bekannt. *P.*

Digitized by

Krystalle, zeigten sich weniger hart wie dieser, da sie von ihm geritzt wurden, aber sie waren härter als der Quarz. Der heftigsten Hitze ausgesetzt, erlitten sie keine Veränderung; dagegen fand sich durch Behandlung mit Säuren und Alkalien, dafs diese Krystalle Silicate waren. Nichts destoweniger, fügte Hr. Thénard hinzu, sind die von Hrn. Cagniard de Latour erhaltenen Krystalle sehr kostbare künstliche Edelsteine, für deren Entdeckung wir demselben Dank schuldig sind.

Hr. Arago sagte, dafs es ihm noch nicht möglich gewesen wäre, die beabsichtigte Messung über den Refractionswinkel dieser Krystalle vorzunehmen, da es schwer hielte, ihnen eine hinlängliche Politur zu geben. Er hatte sich indessen vorgenommen, sie möglichst bald auszuführen.

In der Sitzung am 1. Dec. machte Hr. Thénard die Analyse bekannt, welche er mit den HH. Dumas und Cagniard de Latour über das von letzteren dargestellte krystallinische Pulver angestellt hatte. Mit der Loupe betrachtet, schien dieses Pulver aus formlosen unkrystallinisch aussehenden Stücken zu bestehen. Es ritzte das Glas leicht und stark, den Diamant aber nicht. Unter dem Zutritt der Luft bis zur anfangenden Rothgluth erhitzt, schien es wenig Veränderung zu erleiden, nur war seine Farbe etwas heller geworden; übrigens ritzte es noch nach wie vor das Glas. 82 Milligrammen, welche zuvor zur Entfernung aller Feuchtigkeit bis zur anfangenden Rothgluth erhitzt worden waren, wurden in eine Platinkapsel gelegt und mit derselben in ein Porcellanrohr geschoben, welches mit Gasometern, zur Hälfte mit Sauerstoffgas gefüllt, in Verbindung stand. Nachdem das Rohr fast bis zur Weifsgluth gebracht worden war, liefs man anderthalb Stunden lang Sauerstoffgas durch dasselbe hin und herstreichen. Nach Ablauf dieser Zeit hatte das Pulver 40 Milligramme an Gewicht verloren, und das Gas enthielt 20 Procent Kohlensäure. Das Vo-

Digitized by Google

lumen dieses Gases entsprach, nach Vollziehung aller Correctionen, 39,5 Milligrm. Kohlenstoff, und hienach würden die 82 Milligrm. ungefähr 40 Milligrm. Kohlenstoff enthalten haben. Die übriggebliebenen 42 Milligramme stellten eine röthlichbraune Substanz dar, die ein wenig zusammengesintert war und das Glas nicht mehr ritzte. Sie bestand aus Thonerde, Eisenoxyd und Spuren von Manganoxyd und Kieselerde, welche Zusammensetzung diese Substanz dem gewöhnlichen Schmirgel nahe stellen würde.

Zufolge dieser Analyse glauben die HH. Thénard und Dumas, dafs das von Hrn. Cagniard de Latour erhaltene Product aus gewöhnlicher Kohle besteht, die von einer harten Schlacke, ähnlich den Hohofenschlacken, eingeschlossen ist. Diefs erklärt, weshalb die Kohle bei Rothglühhitze nicht an der Luft verbrennen kann. Dagegen findet die Verbrennung in dem Porcellanrohr statt, weil die Kohle, bei der höheren Temperatur, die Oxyde reduciren und in Kohlensäure übergehen kann, und hernach die metallischen Basen sich durch den Contact mit dem überströmenden Sauerstoffgas wieder oxydiren.

Hr. Cagniard de Latour war zu glauben geneigt, dafs das analysirte Pulver aus einer Verbindung von Kohlenstoff mit jenen Metalloxyden bestände, und versicherte, dafs er, was eine wirkliche Verbindung bewiese, eine Menge homogener Krystalle von demselben erhalten hätte. Hr. Thénard erwiederte darauf, dafs, da eine solche Verbindung, obgleich nicht unmöglich, bis jetzt ohne Beispiel wäre, diese Meinung nur nach zahlreicheren und aus mehr abgeänderten Versuchen angenommen werden könnte, worauf denn Hr. Cagniard de Latour versprach, nächstens eine gröfsere Menge von dieser Substanz zu liefern.

Digitized by

XX. *Ueber die Bildung von Essigäther durch gegenseitige Zersetzung des Chlorkohlenwasserstoffs und des Wassers.*

Wenn man den Chlorkohlenwasserstoff, welchen man durch Chlor und Kohlenwasserstoff (ölbildendes Gas) erhält, mit einer Schicht Wasser übergiefst, und diefs Gemenge dem Sonnenlichte aussetzt; so bildet sich sehr bald Chlorwasserstoff, welcher, da man am besten zu diesem Versuche ein verschlossenes Gefäfs anwendet, beim Oeffnen des Gefäfses entweicht, und die zurückgebliebene Flüssigkeit riecht nach Essigäther. Nach einiger Zeit ist alles Wasser verschwunden; setzt man dann zu wiederholten Malen neues Wasser hinzu, und läfst die Flüssigkeit fortdauernd dem Sonnenlichte ausgesetzt, so erhält man eine bedeutende Menge Essigäther, für dessen Zusammensetzung diese Art der Bildung ein schöner Beweis ist.

Der Chlorkohlenwasserstoff besteht nämlich, nach Despretz Untersuchung, aus einem Mafs Chlor und einem Mafs Kohlenwasserstoff, welcher, wenn man in der Kohlensäure ein halbes Mafs Kohle annimmt, aus einem Mafs Kohle und zwei Mafsen Wasserstoff zusammengesetzt ist. Der Chlorkohlenwasserstoff besteht also, wenn man jene Verhältnisse mit 8 multiplicirt, aus 8Cl+8C+16H. Der Essigäther ist, nach der Analyse von Dumas und Boullay, aus Essigsäure (3O4C6H) und Aether (1O4C10H), oder aus: 4O+8C+16H zusammengesetzt.

Wird nun durch das Chlor des Chlorkohlenwasserstoffs das Wasser zersetzt, so nehmen 8Cl alsdann 8H auf, und 4O werden frei, die sich mit dem Kohlenwasserstoff zu Essigäther verbinden. Durch Zersetzung des

Digitized by Google

Chlorkohlenwasserstoffs und des Wassers entstehen also: Chlorwasserstoff $=8Cl+8H$, und Essigäther $=4O+8C+16H$.

Der Essigäther bildet sich sehr häufig, wenn Alkohol oxydirt wird, z. B. bei der Destillation des Alkohols mit Schwefelsäure und Braunstein, oder mit Schwefelsäure und saurem chromsauren Kali. Welche Zersetzung stattfinde, wenn man Chlor durch eine Auflösung von Kali in Alkohol streichen läfst, wobei sich kein chlorsaures Kali bildet, verdient untersucht zu werden.

ch.

XXI. *Leichte Methode, Jodstickstoff darzustellen.*

Jod löst sich leicht in Salpetersalzsäure auf, indem beim Erwärmen des Gemisches sich Chlor bildet, welches sich mit dem Jod zu Chlorjod vereinigt. Wenn man die Auflösung von dem überschüssig zugesetzten Jod abgiefst, und mit Ammoniak sättigt, so fällt ein braunes fast schwarzes Pulver zu Boden, das Jodstickstoff ist.

Diese Bereitung ist sehr leicht, und, da man kaum einen Gran Jod anzuwenden braucht, vollkommen gefahrlos, sobald man nur, nachdem der Jodstickstoff abfiltrirt ist, das Filtrum noch ganz nafs in kleine Stücke zerreifst. Bei der Zersetzung des so gebildeten Chlorjods durch Ammoniak scheinen sich nur Chlorwasserstoff und Jodstickstoff zu bilden, denn ein Ueberschufs von Ammoniak bringt keine Entwicklung von Stickstoff hervor, und in der Flüssigkeit findet sich kaum eine Spur von Jodwasserstoff, so weit diefs die Versuche mit kleinen Quantitäten zu bestimmen erlauben.

Nimmt man mit Gay-Lussac an, dafs der Jodstickstoff aus *einem* Mafs Stickstoff und *drei* Mafsen

Digitized by Google

Jod zusammengesetzt ist, so würde aus der Zersetzung folgen, dafs das so gebildete Chlorjod aus *einem* Mafs Chlor und *einem* Mafs Jod besteht. Denn, wenn *ein* Mafs Chlor das Ammoniak, das aus *einem* Mafs Stickstoff und *drei* Mafsen Wasserstoff besteht, zersetzt; so wird ein Drittel Mafs Stickstoff frei, welches sich mit dem *einen* Mafs Jod verbindet, das vorher mit *einem* Mafs Chlor verbunden war. Enthielte das Chlorjod mehr als ein Mafs Chlor, so würde sich, bei der Sättigung der Flüssigkeit mit Ammoniak, Chlorstickstoff bilden, der das oben überschüssig zugesetzte Ammoniak zersetzte und Stickstoff entwikkelte. Enthielte es dagegen mehr als ein Mafs Jod, so würde das Ammoniak durch das Jod zersetzt werden, und sich Jodwasserstoff bilden, welchen man alsdann in der Flüssigkeit finden müfste.

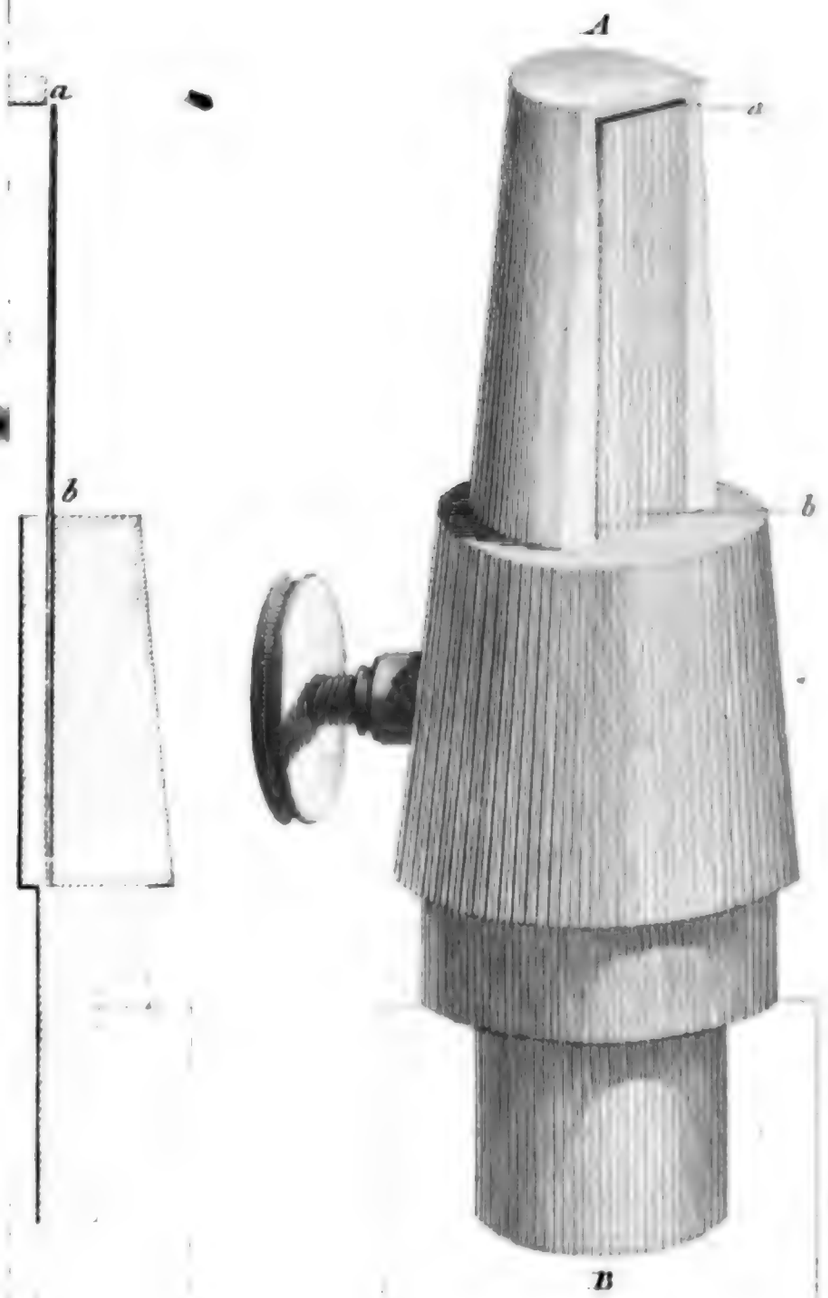
ch.

XXII. *Angebliche Verbindung von Chlor mit Cyan-Eisen-Kalium.*

Im *Edinb. Journ. of Science Vol. IX. p.* 352. beschreibt Hr. J. F. W. Johnston ein Salz, welches nach dessen Analyse, aus 1 At. oder 31 Gewichtstheilen Chlor-Eisen-Cyansäure (*Chloro-ferro-cyanic acid*) und 4 At. oder 20 Gewichtstheilen Kalium bestehen soll. Wie es erhalten und analysirt worden, ist nicht angegeben; indefs kommt es in den Eigenschaften, welche ihm beigelegt werden, dem von Gmelin entdeckten *rothen* Cyan-Eisen-Kalium so nahe, dafs man, bis nicht das Gegentheil durch eine genaue Analyse erwiesen worden, zu glauben berechtigt ist, es sey mit diesem identisch.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

Digitized by Google



P. H. Keller sc.

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, ZWÖLFTES STÜCK.

I. *Einige Bemerkungen über die Windverhältnisse in der nördlichen Hemisphäre;*
von J. P. Schouw.

(Veranlafst durch einen Aufsatz des Hrn. Prof. Dove über mittlere Luftströme.)

Im Bd. 13, St. 4. dieser Annalen stellt Hr. Prof. Dove die Meinung auf, dafs in der gemäfsigten Zone der nördlichen Hemisphäre vier herrschende Luftströme stattfinden, nämlich zwei südliche (eigentlich südwestliche) über dem atlantischen Meere und der Südsee, die sich jedoch zugleich über die westlichen Küsten der Continente erstrekken, und zwei nördliche (oder nordöstliche) welche über die beiden Continente (mit Ausnahme der westlichen Theile) wehen. Diese Ansicht ist derjenigen entgegen, welche ich in meiner dänischen Meteorologie *) aufgestellt habe, nach welcher über dem gemäfsigten Theil der nördlichen Hemisphäre nur ein, und zwar ein südwestlicher oder westlicher Strom vorherrscht, jedoch so, dafs diese Hauptrichtung über den Meeren und den westlichen Theilen der Continente häufiger ist, als in den Meeren und den östlichen Theilen der letzteren; wo zugleich die Richtung von SW. sich in W. und NW., wegen der Erwärmung der Continente, verändert. — Eine solche

*) Skildring af Veirligets Tilstand in Danmark. Kiöbenhavn 1826. 8. S. 356.

Digitized by Google

westliche Strömung nahm schon früher Daniell*) für die Zone 30° — 40° der Breite an, und diese Ansicht war wohl überhaupt die allgemeine, in sofern man sich über diese Sache eine deutliche Vorstellung machte.

Habe ich den Hrn. Dove recht verstanden, so beruht die Wahrscheinlichkeit seiner Ansicht, die er selbst als nicht völlig erwiesen ansieht, auf folgenden Thatsachen.

1) Findet, nach Lambert, in Petersburg eine entschieden nordöstliche Strömung statt, während in dem westlichen Europa der südwestliche Strom vorherrschend ist (Dove, S. 583.); oder, wenn dieses auch jetzt nicht mehr der Fall ist, so mufs doch in Asien eine solche nordöstliche Strömung existiren (ibid. 585.).

2) Die Krümmung der isothermen Linien scheint eine solche Abwechselung von südwestlichen und nordöstlichen Strömen vorauszusetzen. Die Westküsten beider Continente sind warm, weil hier die südwestliche Strömung vorherrscht, die Ostküsten kalt, weil die nordöstlichen Winde hier überwiegend hervortreten (S. 586.).

3) Wenn im östlichen atlantischen Meere und dem westlichen Europa (d. h. in der östlichen Hälfte des südwestlichen Stromes und der westlichen Hälfte des nordöstlichen Stromes die Windrichtung sich verändert, so geschieht die Drehung gewöhnlich in der Richtung O. SO. S. SW. W. NW. N. NO., oder, wie man gemeiniglich sagt, mit der Sonne; in Asien dagegen, in der östlichen Hälfte des nordöstlichen Stromes, geschieht die Drehung in der entgegengesetzten Richtung, O. NO. N. NW. W. SW. S. SO. — Als Beweis dieses Satzes wird angeführt, dafs, nach Le Gentil, in der nördlichen Halbkugel mehrentheils der Wind aus Osten durch Süden in Westen übergehe, in der südlichen aber die entgegengesetzte Wendung nehme; und dafs in Calcutta der Ueber-

*) *Daniell, meteorological essays and observations. Lond.* 1823. 8. *p.* 103.

Digitized by Google

gang der Moussons im Laufe des Jahres, der dem Laufe der Sonne entgegengesetzten Richtung folge. — Diese verschiedene Richtung der Winddrehungen scheint dem Hrn. Dove sehr leicht erklärbar, wenn man zwei neben einander liegende Strömungen annimmt, die da, wo sie auf der Gränze sich berühren, im westlichen Theile der Continente, in der Regel einen Wirbel nach dem Lauf der Sonne hervorbringen, im östlichen aber einen Wirbel in der entgegengesetzten Richtung (S. 586 bis 591.).

4) Ist es nach Saabye's Zeugnifs nicht ungewöhnlich, dafs in Europa und Grönland die Temperaturverhältnisse, und daher wahrscheinlich auch die Windrichtungen, entgegengesetzt sind. Den verschiedenen Charakter der Jahre oder Jahreszeiten erklärt Hr. Dove aus dem Verhalten der beiden angenommenen Strömungen. Dringt die nordöstliche Strömung, die sonst in Asien und in dem östlichen Europa herrscht, weiter gen Westen vor, so hat Europa einen kalten Winter; bleibt dagegen dieser Erdtheil in dem Südweststrome, so ist der Winter milde u. s. w. (S. 591—592.).

Eine nähere Erörterung, wird uns indessen, wie ich glaube, von Dove's Ansicht abführen.

1) Lambert benutzte, um die mittlere Windrichtung für Petersburg auszumitteln, nur 2jährige Beobachtungen. Aus 20jährigen Beobachtungen habe ich in den Beiträgen bewiesen: dafs die überwiegende Richtung auch hier die westliche sey, und Dove selbst berechnete aus meinen Datis den Lambert'schen Ausdruck, wonach die Richtung gleichfalls westlich ist (S. 585.). Das abweichende Resultat Lambert's ist offenbar nur eine Folge der geringen Zahl der Beobachtungen, und es ist durchaus kein Grund zu der Annahme vorhanden, dafs die Windrichtung sich seit Lambert's Zeit verändert habe. Auch in Moskau, obgleich viel südlicher, ist die

Digitized by Google

Richtung westlich *). Dove's nordöstlicher Strom müfste also noch weiter gegen Osten versetzt werden. Für das Daseyn desselben haben wir aber keine meteorologischen Beobachtungen; im Gegentheil sind, nach George's Reise **), wie schon Kämtz ***) bemerkte, in Barguzin im östlichen Sibirien W. und N. die herrschenden Winde und im Nertschinsk-Thale herrschen nach demselben Verfasser †) die westlichen Winde $\frac{3}{4}$ des Jahres. Freilich sind diese Angaben nicht entscheidend, da die Oertlichkeiten vielleicht auf die Windverhältnisse Einfluſs haben, jedoch geben sie einen Grad von Wahrscheinlichkeit. Der Ansicht von Dove, wenigstens in sofern es die in Nordamerica angenommene nordöstliche Strömung betrifft, entscheidend entgegen ist die Thatsache, daſs in den nordamericanischen Freistaaten die westlichen Winde vorherrschen. — Silliman's Journal, 1827, Vol. XII. p. 153., enthält die Resultate von 4jährigen Windbeobachtungen an achtzehn verschiedenen Orten in der nordamericanischen Republik angestellt; die Mittelverhältnisse aus sämmtlichen Beobachtungen sind:

N.	0,13	S.	0,13
NO.	0,13	SW.	0,17
O.	0,05	W.	0,10
SO.	0,14	NW.	0,15
	3 östliche	0,32	
	3 westliche	0,42.	

2) Die Temperaturverhältnisse der Ost- und Westseiten der Continente lassen sich nicht füglich erklären, wenn man an den westlichen Seiten südliche an den östlichen nördliche Strömungen annimmt. Wehten nämlich im östlichen Asien und im östlichen Nordamerica vorzüg-

*) Beiträge, S. 47.

**) Reise im russischen Reiche. 1. Bd. S. 131.

***) Allg. Litt. Zeitung, 1828, Juni.

†) l. c. S. 435.

Digitized by Google

lich nordöstliche Winde, so würden nicht nur die Winter sondern auch die Sommer kalt seyn. Bekanntlich aber unterscheiden die Ostseiten sich von den Westseiten nicht nur durch die niedrigere mittlere Wärme, sondern auch durch den grofsen Unterschied der Jahreszeiten und den warmen Sommer. Diefs erklärt sich dagegen sehr leicht, wenn man nur eine allgemeine westliche Strömung annimmt; denn auf den Ostküsten der Continente kommen diese Winde vom Festlande, und bringen folglich Continentalclima (kalte Winter und warme Sommer), auf den Westküsten kommen aber die westlichen Winde vom Meere, und bringen daher Meeres- oder Küstenclima *).

3) Die Behauptung, dafs über der östlichen Hälfte des atlantischen Meeres und in Europa die Winddrehung in der Regel nach dem Laufe der Sonne geschehe, im gemäfsigten Asien in der entgegengesetzten Richtung, ist keinesweges erwiesen. Gentil's Angabe ist wohl nur auf gewöhnliche Erfahrung, wodurch man sich so leicht trügt, und nicht auf Berechnung meteorologischer Beobachtungen gegründet; sie beweist überdiefs mehr als Hr. Dove will, denn es sollte ja, nach seiner Voraussetzung, nicht überall in der nördlichen Hemisphäre die Winddrehung nach der Richtung der Sonne geschehen, namentlich nicht in der westlichen Hälfte des atlantischen Meeres. Wissenschaftlich gebildete und auf dem atlantischen Meere bereiste Seeofficiere, die ich über diesen Punkt befragte, waren darüber nicht einig; einer wollte von der gröfseren Häufigkeit einer solchen Winddrehung nichts wissen; ein anderer dagegen meinte, diese Drehung wäre bei weitem die überwiegende, wenigstens in dem Theile der Windrose von O. durch S. bis NW.; ein dritter nahm dasselbe an, sahe das Uebergewicht aber als weniger bedeutend an. — Man begreift leicht, dafs wo ein

*) Diese Erklärung habe ich in meiner Meteorologie gegeben, und früher, ohne dafs ich es wufste, Daniell, l. c. S. 105.

Digitized by Google

solcher Unterschied der Verhältnisse nicht durchaus entschieden ist, über das häufigere Vorhandenseyn dieser oder jener Drehung, selbst bei aufmerksamen und erfahrenen Beobachtern, verschiedene Meinungen stattfinden können, so lange diese nicht auf Zusammenstellung aller Beobachtungen begründet sind; sehr auffallende Beispiele, z. B. bei stürmischem Wetter, werden leichter erinnert, gewöhnliche Fälle vergessen. Nur meteorologische Beobachtungen können daher entscheiden; da diese aber gewöhnlich nur ein oder ein Paar Mal täglich gemacht werden, so kann man die Drehung des Windes nicht sicher bestimmen, weil die in den Zwischenzeiten stattfindenden Winde unbekannt bleiben. Allein Dr. Neuber in Apenrade beobachtete zehn Mal täglich; aus einem Jahrgange dieser Beobachtungen *) (Juni 1824 bis Mai 1825) berechnete ich die Dechung des Windes. Von 1100 Windveränderungen geschahen 559 nach dem Laufe der Sonne, 457 in der entgegengesetzten Richtung; 84 Mal ging der Wind, wenigstens nach den Beobachtungen zu urtheilen, unmittelbar zu dem entgegengesetzten über. Hier ist also nur ein geringer Unterschied der beiden Drehungen (1,22:1), der vielleicht bei mehrjährigen Beobachtungen verschwinden würde, und worauf man schwerlich sicher bauen kann. Wenn man aber auch annimmt, dafs über dem westlichen Europa und dem atlantischen Meere die Drehung mit der Sonne etwas häufiger sey, so würde diese Annahme doch nicht der Dove'schen Ansicht günstig seyn. Erstlich müfste nach seiner Theorie diese Drehung über dem westlichen atlantischen Meere in der Regel nicht stattfinden, und also wohl im östlichen nicht so häufig eintreffen als in Europa; ferner in Europa selbst müfste die Drehung gegen den Lauf der Sonne selten vorkommen; denn Dove sagt: »Alle Orte deren mittlere Windrichtung in Europa eine südwestliche ist, werden sich

*) Diese Beobachtungen sind gedruckt, und werden sehr bald herauskommen.

Digitized by Google

gewöhnlich in der östlichen Hälfte des Südstromes befinden, seltener in der westlichen des Nordstromes (in beiden Fällen geschieht die Windrichtung nach den Lauf der Sonne); sollte aber der Fall vorkommen, dafs der Nordstrom sich so weit nach Westen zur Seite ausbreitet, dafs der Beobachtungsort jenseits der Mitte des Nordstromes liegt, so werden die Drehungen des Windes in dem dem gewöhnlichen gerade entgegengesetzten Sinne stattfinden. Umgekehrt wird man aus dem continuirlichen Durchgange des Windes durch die Windrose in dem Sinne S. O. N. W. S. schliefsen können, dafs westlich vom Beobachtungsorte ein Nordstrom existirt.« Also wenn in Apenrade die Winddrehung gegen den Lauf der Sonne geschieht, so mufs in der Regel entweder dieser Ort sich in der östlichen Hälfte des Nordstromes (des asiatischen nämlich) befinden, oder es mufs im atlantischen Meere ein Nordstrom (der americanische) herrschen. — Wenn nun aber die Strömungen sich so oft veränderten, als die fast gleiche Häufigkeit der beiden Drehungen voraussetzt, so würden in Apenrade die westlichen Winde nicht so vorherrschend seyn, als sie sowohl im Allgemeinen wie in dem benutzten Jahre sind; und das atlantische Meer müfste häufiger im Nordstrome seyn als Apenrade; Beobachtungen beweisen aber das Gegentheil. Ueberhaupt würde die Annahme eines so häufigen Wechsels des Süd- und Nordstromes, diese Ströme, als vorherrschend und neben einander fliefsend, und damit die ganze Theorie aufheben. — Die Nichtübereinstimmung der Apenrader Beobachtungen mit dieser Ansicht wird noch auffallender, wenn man die Winddrehungen der einzelnen Monate und damit die Häufigkeit der verschiedenen Winde unter sich vergleicht. Diese sind nämlich:

Digitized by Google

	Winddrehung.			Windverhältnisse.									
	mit d. Sonne.	Gegen d. Sonne	Entgegengesetzt.	N.	NO	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	NO u. O.	SW. u. W.
Juni 1824	44	48	13	0,07	0,05	0,25	0,16	0,04	0,01	0,23	0,19	0,30	0,24
Juli	55	44	6	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,10	0,51	0,23	0,05	0,61
August	49	51	5	0,03	0,09	0,16	0,12	0,06	0,12	0,31	0,11	0,25	0,43
Sept.	36	41	8	0,01	0,05	0,20	0,16	0,16	0,18	0,11	0,13	0,25	0,29
Octbr.	52	37	3	0,06	0,02	0,17	0,15	0,20	0,15	0,12	0,13	0,19	0,27
Novbr.	43	33	5	0,04	0,01	0,01	0,11	0,24	0,25	0,20	0,14	0,02	0,45
Decbr.	36	34	3	0,04	0,01	0,01	0,05	0,19	0,31	0,25	0,14	0,02	0,56
Jan. 1825	35	28	—	0,11	0,05	0,03	0,09	0,20	0,12	0,18	0,22	0,08	0,30
Febr.	42	30	2	0,05	0,09	0,08	0,10	0,10	0,16	0,14	0,28	0,17	0,30
März	39	27	11	0,06	0,13	0,26	0,20	0,07	0,01	0,14	0,13	0,39	0,15
April	59	37	9	0,13	0,03	0,12	0,08	0,07	0,11	0,21	0,25	0,15	0,32
Mai	69	47	19	0,10	0,13	0,13	0,13	0,08	0,09	0,18	0,16	0,26	0,27
	559	457	84	0,06	0,06	0,12	0,12	0,12	0,13	0,21	0,17	0,18	0,34

Nehmen wir Juli als Beispiel. In diesem Monate geschah die Drehung des Windes 44 Mal, also häufig in der dem Laufe der Sonne entgegengesetzten Richtung; folglich müfste, nach Dove's Ansicht, entweder Apenrade in diesem Monate in dem Nordoststrome gewesen seyn, ja sogar in der östlichen Hälfte desselben, oder gleichzeitig müfste im atlantischen Meere ein Nordoststrom sehr häufig statt gefunden haben; ersteres kann unmöglich der Fall gewesen seyn, denn von 100 Mal wehte der Wind nur 2 Mal von NO, 3 Mal von N., 3 Mal von O.; dagegen 51 von W., 23 von NW.; letzteres ist auch entweder unmöglich, oder doch höchst unwahrscheinlich; denn eine so anhaltende westliche Windrichtung (W+NW +SW=0,84) kann nicht local seyn, und setzt daher westliche Winde über dem atlantischen Meere voraus. Wie ist es ferner zu erklären, dafs die Windrichtung nach dem Laufe der Sonne überwiegend war im Mai, wo NO. und O. fast eben so häufig waren als SW. und W. (0,26 und 0,27), im März wo NO. und O. sehr überwiegend waren (0,39 und 0,15), und im Juli wo W.

Digitized by Google

und SW. 12 Mal so häufig waren, als NO. und O. (0,61 und 0,05); — und dafs das Verhältnifs der beiden Windclassen im September und im Mai ungefähr gleich war, die Winddrehung aber in jenem Monate häufiger gegen den Lauf der Sonne, in diesem dagegen häufiger in der entgegengesetzten Richtung geschah.

Ferner, wenn die Richtung der Winddrehung von einem Streite eines nördlichen und südlichen Stromes herrührte, so müfsten die verschiedenen Theile der Windrose in dieser Hinsicht sich gleich verhalten; dieses scheint aber nicht der Fall zu seyn, denn wenn man die 4 Hauptwinde und die zunächst liegenden Nebenwinde, jeden für sich, berücksichtigt, so erhält man nach den gedachten Beobachtungen in Apenrade:

	Mit dem Laufe der Sonne.	Gegen den Lauf der Sonne.
Von O. (ONO. und OSO. incl.)	97	77
- S. (SSO. und SSW. incl.)	111	70
- W. (WSW. und WNW. incl.)	152	133
- N. (NNW. und NNO. incl.)	56	59

Hieraus scheint zu folgen, dafs die Winddrehung nach dem Laufe der Sonne häufiger ist wenn der Wind von O., S. oder W. geht, aber nicht wenn er von N. geht.

Zur genaueren Kenntnifs dieser Verhältnisse und einer richtigen Erklärung derselben, gehört gewifs eine weit gröfsere Masse von Beobachtungen sowohl von demselben Orte, als besonders von gleichzeitigen an verschiedenen Orten angestellt. — Indefs liegt eine von der Dove'schen verschiedene Erklärung so nahe, dafs ich sie doch hier mittheile. Betrachten wir die Windverhältnisse des ganzen Jahres in der oben angeführten ersten Tafel, so ist es deutlich, dafs die Winddrehung nach der Seite häufiger war, von welcher der Wind am häufigsten wehte. — War der Wind in O., so mufste die

Digitized by Google

Drehung nach Süden häufiger seyn, weil die südlichen Winde häufiger eintrafen als die nördlichen (SO+S+0,24 NO+N=0,12); war der Wind im S., so war die Drehung nach Westen häufiger, weil die westlichen Winde häufiger waren als die östlichen (SW+W=0,34, SO+O =0,24); aus demselben Grunde mufste vom N. der Wind eher nach Westen (gegen den Lauf der Sonne) gehen (NW+W=0,38, NO+O=0,18); — war der Wind im W. so ging er gleichfalls häufiger nach N., weil wenigstens NW. häufiger war als SW. (0,17 und 0,13), und dabei heftiger. Da nun im westlichen Europa die südlichen Winde häufiger sind als die nördlichen, die westlichen häufiger als die östlichen, so liefse sich hieraus die gröfsere Häufigkeit der Winddrehung mit der Sonne, wenn man eine solche annehmen will, für den südlichen Theil der Windrose leicht erklären; für den gröfsten Theil der nördlichen Hälfte (NW.—N.—O.) findet er nach dem oben angeführten schwerlich statt; und sollte es sich finden, dafs die Drehung von W. nach NW. häufiger sey als die Drehung nach SW., obgleich letzterer Wind wenigstens im westlichen Europa häufiger ist, so liefse sich dieses aus der gröfseren Stärke des NW. *) erklären, denn wenn auch der SW., wenn er vorhanden ist, länger anhält, und folglich einen gröfseren Quotienten giebt, so kann doch die gröfsere Intensität des NW. veranlassen, dafs die Drehung häufiger nach demselben geschieht.

Auch glaube ich, dafs die Winddrehungen in Europa sehr von den Luftströmungen abhängen, welche die verschiedene Temperatur des Continents und des Meeres veranlafst; Strömungen die den zurückkehrenden Südwestpassat abhalten oder modificiren **). So scheint es mir,

*) Dove schreibt den südlichen Winden eine gröfsere Intensität zu; dieses ist in Dänemark bestimmt nicht der Fall, und wohl schwerlich in Europa und über dem atlantischen Meere.

**) Den Einfluss dieser Strömungen, selbst auf die normalen Windverhältnisse, scheint Dove ganz zu übersehen.

Digitized by Google

dafs im Juni O. und SO. einerseits, W. und NW. anderseits, mit einander gekämpft haben (das Uebergewicht dieser Winde ist sehr auffallend), wodurch der SW. in dem Grade abgehalten wurde, dafs der Quotient nur 0,01 betrug. Im Juli kämpfte, wie es scheint, NW. mit dem zurückkehrenden Passat SW.; eine überaus überwiegende Häufigkeit von W, (nach der diagonalen Richtung) war das Resultat.

Die Windveränderungen in Calcutta aufserhalb der gemäfsigten Zone, wo, nach der gewöhnlichen Erklärung, wahrscheinlich die Erwärmung und Abkühlung des Continents, verbunden mit dem allgemeinen Passat, die halbjährlichen Winde hervorbringen, scheinen mir für die Windverhältnisse des gemäfsigten Asiens nichts beweisen zu können. Aufserdem stimmen die von Dove angeführten herrschenden Winde der einzelnen Monate, keinesweges vollkommen mit seiner Theorie (Septbr. OSO., October W., December NW.).

4) Es ist wahr, dafs die Temperaturverhältnisse der nördlichen Gegenden, Grönland, Island, das nördliche Norwegen oft denen entgegengesetzt sind, welche in Europa stattfinden; auch bietet das nördliche und südliche Europa oft einen solchen Gegensatz dar. Was Island betrifft, zeigt dieses eine Vergleichung der Thorstensen'schen Beobachtungen mit den gleichzeitigen in Dänemark, welche ich in Froriep's Notizen 1825, No. 255. (Bd. 12.), mitgetheilt habe *). Die verschie-

*) Ein anderes in demselben Aufsatze mitgetheiltes wichtiges Resultat der Thorstensen'schen Beobachtungen, ist der in Island stattfindende constant niedrige mittlere Barometerstand. Nach 3jährigen Beobachtungen Thorstensen's in Reikiavig im südlichen Island (1822—25), mit einem guten und mehrmals verglichenen Barometer, ist der mittlere Barometerstand am Meere 27″9‴,95 (bei 0° R.); und 2jährige Beobachtungen Scheel's im nördlichen Island (1811—1813) gaben 27″ 9‴,63. Auch Barometerbeobachtungen aus Grönland, die jedoch weniger sicher sind, deuten auf einen solchen niedrigen Mittelstand. Diese

Digitized by Google

denen Zonen scheinen mir aber eher nördlich und südlich als östlich und westlich gegen einander zu liegen. So fand z. B. die Kälte im Januar und Februar 1823, welche in Deutschland einen so ungewönlichen Grad erreichte, in Island nicht statt; in Copenhagen war sie bei weitem gelinder als in Hamburg (das Minimum des Thermometers in jener Stadt —11°2 R. in dieser —24°,0) *); wäre die Richtung der Gränzlinie beider Witterungszonen NO—SW., so würde in Hamburg die Kälte wenigstens nicht gröfser seyn als in Copenhagen, sondern eher geringer. — Die herrschenden Winde waren in Copenhagen im Januar und Februar O. und SO.; NO. war seltner. Dieser Gegenstand verdiente eine genauere Untersuchung, wozu es mir jetzt an Zeit gebricht. Auf jeden Fall aber scheint mir ein solcher Gegensatz, welcher sich besonders bei abnormen Temperaturverhältnissen zeigt, am besten aus Störungen der Normalverhältnisse, etwa durch einen grofsen Temperaturunterschied der Atmosphäre über dem Continente und dem Meere erklärbar. Denken wir uns im Winter eine starke Strömung der Luft aus Osten über das südliche Europa, so wird der regelmäfsige Südwestwind (der von oben zurückkehrende Passat) abgehalten, und erreicht erst im nördlichen Europa die Erde. Der Winter wird alsdann in diesem Theile von Europa mild seyn, in jenem kalt. Geht der Oststrom dagegen über das nördlichere Europa, so erreicht der Südwestwind erst in Island und Lapland die

Thatsache scheint nicht sehr bekannt zu seyn, denn in *Dove de barometri mutationibus* 1826 heifst es: »*media mercurii altitudo ad maris littora observata ubique fere eadem est;*« und in diesen Annalen, 1828, No. 3., wo von dem mittleren Barometerstande die Rede ist, und die Note **, S. 400., einige ziemlich unsichere Angaben von localen constanten Depressionen enthält, ist diese Thatsache nicht erwähnt.

*) Tidsskrift for Naturvidenskaberne, No. 7,; und Buck, Hamburgs Clima, S. 17.

Digitized by Google

Erde, und bringt hier einen milden Winter, während südlicher in dem Oststrome der Winter kalt ist.

5) Wäre die Annahme Dove's richtig, dafs im alten Continente zwei entgegengesetzte Strömungen neben einander stattfinden, die sich oft gegenseitig stören, und deren Gränzlinie über das östliche Europa oder das westliche Asien ginge, so würde hier die Witterung sehr veränderlich seyn; bekanntlich ist sie aber constant; veränderlich dagegen auf den Küsten des atlantischen Meeres, die doch nach Dove's Ansicht im Südweststrome bleiben.

6) Ist die allgemein angenommene Erklärung des Passatwindes richtig, so mufs dieser Wind in der heifsen Zone nicht nur über die Meere, sondern auch über die Continente wehen, wenn auch hier mit Unterbrechungen und Modificationen wegen der Erwärmung und der Unebenheiten des Festlandes; — und ist der herrschende Südwest in der nördlichen gemäfsigten Zone der zurückkehrende Passat, so mufs er gleichfalls nicht nur über die Meere, sondern auch über die Continente wehen, wenn auch hier mehr unterbrochen und mit weniger entschiedenem Uebergewicht. Wenigstens müssen bestimmte Erfahrungen zeigen, dafs jene Theorie falsch sey.

7) v. Buch hat gezeigt *), dafs auf den canarischen Inseln im Sommer der Nordostpassat weht, im Winter der zurückkehrende Südwestpassat. In einem Aufsatze über die Regenverhältnisse Italiens habe ich durch Beobachtungen bewiesen, dafs in Europa die Periode der gröfsten Regenmenge gegen Süden immer später eintrifft; im nördlichen und mittleren Europa vorzüglich im Sommer und im Herbst, südlicher im Herbst und im Winter. Da es der Südwestwind ist, der diese Regenperiode bringt, so macht jener Umstand es höchst wahrscheinlich, dafs die Zone, in welcher dieser Wind herrscht, gleichfalls

*) Physicalische Beschreibung der canarischen Inseln. Berlin 1825. 4. S. 66. folg.

Digitized by Google

nach der Jahreszeit mit der Sonne gegen Süden rückt. — Wenn wir Sommer haben, erreicht die Zone des Passats die canarischen Inseln, ja dehnt sich noch weiter gegen Norden hinaus; über den Ländern am mittelländischen Meere herrschen alsdann nördliche Winde, im nördlichen Europa die südwestlichen und westlichen; mit der Sonne rücken im Herbste diese Zonen immer mehr gegen Süden; im Winter ist die Nordgränze des Passats jenseits des Wendekreises, die Zone der nördlichen Winde fällt dann in der Nähe des Wendekreises, und die Zone des zurückkehrenden Passats schliefst dann das südliche Europa, die Nordküste Afrika's, selbst die canarischen Inseln ein. — Im nördlichen Europa herrschen im Sommer die westlichen Winde sehr, weil dann nicht nur der zurückkehrende Passat in seiner vollen Stärke diesen Theil der Erdoberfläche trifft, sondern auch die Erwärmung des Continents eine Strömung vom Meere veranlafst; — im Winter ist der zurückkehrende Passat zwar noch immer wirksam, allein da er alsdann auch im südlichen Europa herrscht, ist die Nordgränze der Zone näher, die östlichen Winde besiegen ihn leichter, besonders da zugleich die gröfsere Wärme der Luft über dem atlantischen Meere eine Strömung vom Festlande bewirkt. In Europa sind folglich, nach dieser Ansicht, im Sommer zwei Hauptströmungen vorhanden; sie liegen aber nicht im Ost und West *) sondern im Nord und Süd gegen einander, und im südlichen Europa zugleich der Südweststrom über dem nördlichen Strom. Ein Kreislauf findet statt, aber nicht ein horizontaler sondern ein verticaler. — Die Analogie spricht dafür, dafs dasselbe für die ganze gemäfsigte Zone gilt, wenn auch im Innern der Continente mit geringerem Uebergewicht des Südwestwindes.

Es ist keinesweges meine Absicht, hier eine voll-

*) Wenn ein SW. und ein NO. Strom neben einander lägen, so würden die nördlichen Winde an den Küsten Portugals nicht so häufig seyn, als sie sind.

Digitized by Google

ständige Darstellung der Windverhältnisse der nördlichen gemäfsigten Zone zu geben; diefs forderte Untersuchungen, die wohl angefangen, aber nicht beendigt sind; ich wollte nur eine, wie mir scheint, irrige Ansicht widerlegen.

Hr. Dove fordert mich auf, die ursprünglichen Zahlen zu liefern, nach welchen ich die Windverhältnisse in meinen Beiträgen berechnet habe, damit man darnach mit Genauigkeit diese Verhältnisse nach der Lambert'schen Formel berechnen könne, und er scheint es nicht zu billigen, dafs ich mich nicht dieser Formel bedient habe, sondern die Windverhältnisse durch Quotienten der einzelnen Winde ausdrücke. Die Lambert'sche Formel war mir, als ich meine »Skildring« und später meine »Beiträge« schrieb, wohl bekannt; sie war auch von v. Buch erwähnt, und von Cesaris *) benutzt. Mit Fleifs aber wählte ich eine andere Darstellungsart, und zwar aus diesen Gründen:

1) Meine Methode giebt einen weit vollständigeren Begriff der Windverhältnisse, nämlich die Verhältnisse sämmtlicher Winde unter sich; die Lambert'sche Formel giebt nur die mittlere Windrichtung, z. B. Copenhagen nach Lambert und Dove 58° 59′ (WSW.), nach meiner Methode:

N.	0,09	S.	0,12
NO.	0,09	SW.	0,17
O.	0,12	W.	0,19
SO.	0,10	NW.	0,12

2) Durch die Lambert'sche Formel allein wird man leicht zu irrigen Ansichten verleitet. Diese Methode kann eine sehr ähnliche oder völlig gleiche Zahl geben, obgleich die Verhältnisse in der That sehr verschieden sind, zum Beispiel:

*) *Clima della Lombardia. Modena* 1818.

Digitized by Google

	Nach Dove.	Nach meiner Methode.							
		N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Copenhagen	58° 59′	0,09	0,09	0,12	0,10	0,12	0,17	0,19	0,12
München	59° 24′	0,06	0,05	0,18	0,04	0,10	0,20	0,34	0,03

Nach der ersten Methode sieht man nicht, dafs W. in München zweimal so häufig ist; O. viel häufiger; NW., SO. viel seltener als in Copenhagen. Umgekehrt, Windverhältnisse verschiedener Orte erscheinen bisweilen nach den Lambert'schen Zahlen sehr verschieden, obgleich durch eine nähere Betrachtung der einzelnen Winde, eine in der Hauptsache genaue Uebereinstimmung klar wird. In meinen Beiträgen habe ich gezeigt, dafs die Windverhältnisse in Dänemark sich überall in den Hauptpunkten gleich bleiben; jedoch giebt Dove nach meinen Zahlen:

Kopenhagen	58° 59′	Hofmansgave	32° 14′
Skagen	46° 36′	Viborg	74° 45′
Apenrade	115° 39′	Steves	54° 55′

3) Nach meiner Darstellungsart fällt es gleich in die Augen, wenn die Resultate von Localverhältnissen abhängen, zum Beispiel:

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Mailand	0,07	0,13	0,26	0,09	0,04	0,12	0,20	0,09
Padua	0,08	0,17	0,28	0,04	0,07	0,12	0,21	0,03

Das grofse Uebergewicht der entgegengesetzten Winde O. und W. zeigt deutlich den Einfluſs der Richtung des grofsen Po-Thales, und das Uebergewicht von O., besonders in Padua, den Einfluſs, welchen die Erwärmung dieses Thales oder dieser Ebene hat. — Das würden die Lambert'schen Zahlen nicht zeigen. Freilich hätte ich diese Zahlen hinzufügen können; es kann sie jedoch jeder aus meinen Zahlen (mit einem höchst unbedeutenden Fehler) berechnen; wogegen ich aus den Angaben nach jener Methode die Resultate nach meiner nicht auszumitteln vermag. Die Lambert'sche Formel dürfte nur dann gebraucht werden, wenn man eine lange Beobach-

Digitized by Google

achtungsreihe hat; es ist mir daher unlieb, dafs Hr. Dove S. 584 — 585. auf meine Zahlen, für alle Oerter, die Lambertsche Formel angewendet hat. Viele, besonders was England und Deutschland betrifft, sind theils aus sehr kurzen Beobachtungsreihen gezogen, theils keinesweges vom Einflufs der Localverhältnisse befreit. Es war, wie ich in den Beiträgen deutlich gezeigt habe, nicht meine Absicht, die Windverhältnisse der einzelnen Oerter zu liefern; ich wollte nur, dafs sie alle zusammengenommen, die Hauptverhältnisse in England und Deutschland zeigen sollten. Durch Anwendung der Lambertschen Methode erhalten sie jetzt den Anschein von einer Präcision, die in der That nicht stattfindet, und dadurch wird die Uebersicht der Windverhältnisse des nördlichen Europa's, so wie sie bei Dove S. 584 — 585. steht, verwirrend.

Ich liefere daher, nach der Aufforderung des Herrn Dove, in beigefügter Tafel, die ursprüngliche Zahlen nur für solche Oerter, für welche keine längere Beobachtungsreihe vorhanden ist, und um Platz zu ersparen, nur für das ganze Jahr.

Wenn ich diese Bemerkungen gegen die Ansichten des Hrn. Dove auftrete, so weifs ich doch seinen Eifer und sein Verdienst zu schätzen. Besonders glaube ich, hat er sich dadurch den Dank der Meteorologen erworben, dafs er auf die Drehungen der Winde aufmerksam gemacht hat, ein Gegenstand, der, so viel ich weifs, sonst vernachlässigt ist, und doch sehr leicht zu höchst interessanten Resultaten führen dürfte.

Digitized

Beilage.

Summe der Beobachtungen.

	Jahre.	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW	W.	NW.
Kopenhagen	50	4910	4861½	6607½	5918½	7051	9361	10448	6892½
Apenrade . .	9	700	1183	1684	847	739	1368	1749	1585
Christiansöe	8	441	819	859	969	702	1426	1631	1105
Söndmör . . .	12	697	252	388	434	939	239	1390	199
London . . .	12	283	584	322	321	235	989	478	689
Paris	15	586	670	350	398	892	1013	1049	516
Hamburg . . .	30	381	1130	1339	1134	504	2164	2696	1600
Petersburg . .	20	852	772	961	680	835	905	1292	1009

Summe der Beobachtungen.

	Jahre.	N.	NNO.	NO.	ONO.	O.	OSO.	SO.	SSO.
Manheim	10	352	517	673	935	398	835	615	626
Skagen . .	9	415	285	929	388	440	325	1095	472

	S.	SSW.	SW.	WSW.	W.	WNW.	NW.	NNW
Manheim	278	894	818	885	456	751	641	1045
Skagen . .	683	529	1645	837	1056	573	802	283

Mittelzahl der Tage (nach Cotte).

	Jahre.	N.	NNO.	NO.	ONO.	O.	OSO.	SO.	SSO.
Amsterdam	54	24½	1	30	6½	48½	6	21	7

	S.	SSW.	SW.	WSW.	W.	WNW	NW.	NNW.
- -	24	8½	67	12	54	13	31	5

II. *Versuche zur Bestimmung der Atomengewichte des Jod's und Brom's; von J. J. Berzelius.*

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling. f.* 1828.)

Das Atomengewicht des Jods wurde im Jahre 1814 von Gay-Lussac bei Gelegenheit seiner vortrefflichen

Digitized by Google

Untersuchung über die Eigenschaften des Jods bestimmt *). Die Zahl, welche er für das specifische Gewicht des Jods angab, war: 8,6195. Diese Zahl leitete er aus einem Versuche her, bei welchem er gefunden hatte, dafs 100 Th. Jod sich mit 26,225 Th. Zink zum Jodzink verbinden. Durch die damalige nicht ganz sichere Kenntnifs über die Verbindungscapacität des Zinks entstand aber bei der Berechnung dieser Thatsache eine unrichtige Zahl; denn, wenn das Atomengewicht des Zinks zu 403,226 angenommen und darnach die Rechnung ausgeführt wird, so ergiebt sich das Atomengewicht des Jods zu 768,78, und folglich das specifische Gewicht des gasförmigen zu 8,4766. Gay-Lussac fand überdiefs das specifische Gewicht der Jodwasserstoffsäure in Gasform gleich 4,44, oder etwas geringer, weil er das Gas, obgleich es durch ein bis zu —20° C. erkaltees Rohr geleitet war, nicht ganz wasserfrei erhalten konnte, und sich folglich an der Innenseite des Gefäfses eine Spur von liquider Jodwasserstoffsäure abgesetzt hatte. Da diese Säure dem Volumen nach zur Hälfte aus Jod und Wasserstoff besteht, so braucht man nur von dem Doppelten ihres specifischen Gewichtes des Wasserstoffs abzuziehen, um das specifische Gewicht des Jodgases zu erhalten. Hierdurch ergiebt sich dasselbe zu 8,8112, welche Zahl der wahren ziemlich nahe kommt.

Im J. 1815 stellte Prout eine Untersuchung über denselben Gegenstand an, deren Resultat er in seiner merkwürdigen Abhandlung über die Verhältnisse zwischen den Atomengewichten der einfachen Gase und dem des Wasserstoffs angab **). Da die von Gay-Lussac angegebene Zahl nicht mit einem geraden Multiplum vom Atomengewichte des Wasserstoffs übereinstimmte, so wiederholte Prout den Versuch mit Jod und Zink, und fand dabei, dafs 100 Th. Jod sich nur mit 25,8 Th Zink

*) *Annal. de chimie. T.* 91. *p.* 5.

**) Thomson's *Annals of philosophy T. VI. p.* 323.

Digitized by Google

verbinden. Danach berechnete er das specifische Gewicht des ersteren zu 8,6111, und dessen Atomgewicht zu 155, oder zum 124fachen von dem des Wasserstoffs.

Zehn Jahre hernach wurde Prout's Resultat von Thomson *) geprüft, und dieser fand, dafs der Versuch mit Zink ein veränderliches Resultat gäbe. Um zu einem genaueren Resultat zu gelangen, wog er, bei einem Versuche, $20\frac{1}{2}$ Gran Jodkalium, und, bei einem anderen, $19\frac{3}{4}$ Gran Jodzink ab, löste beide Jodverbindungen in Wasser, und vermischte jede mit einer Lösung von $20\frac{3}{4}$ Gran salpetersauren Bleioxyds. Hierbei fand eine so genaue Wechselzersetzung in Jodblei und salpetersaures Kali oder salpetersaures Bleioxyd statt, dafs weder Blei noch Jod in der Flüssigkeit überschüssig blieb; ein Resultat, welches um so unerwarteter seyn mufs, als das Jodblei nicht unlöslich in Wasser ist. Nachdem das Jodblei ausgewaschen und die Flüssigkeit zur Trockne verdunstet worden war, wurden $12\frac{1}{2}$ Gran Salpeter erhalten. Allen diesen in Granen ausgedruckten Gewichten entsprechen Thomson's Atomengewichte für die angewandten Stoffe. Wie Thomson das Atomengewicht des Jodkaliums, dessen Auffindung eigentlich der Zwek dieser Untersuchung war, kennen gelernt habe, ist von demselben nicht angegeben worden; dennoch schliefst er aus diesen Versuchen, man könne mit *voller Sicherheit* annehmen, dafs 1 Atom Jod 15,5 wiege, wenn das Gewicht eines Sauerstoffatoms gleich 10 sey. Hiermit sind die Volumina doppelt gemeint, so dafs, wenn man Volumen und Atom als gleich annimmt, das Atomengewicht des Jods 775 seyn würde, wenn das des Sauerstoffs $=100$ ist.

Späterhin, im J. 1827, machte Dumas recht genaue Versuche zur Bestimmung des specifischen Gewichts mehrerer nicht beständigen Gase, unter welchen sich auch

*) Thomson's *Attempt to etablish the first principles of chemistry by Experiment. T.* I. *p.* 89.

Digitized by Google

das des Jods befand *). Dumas füllte ein Gefäfs von bekanntem Gewicht und Rauminhalt, bei einer bestimmten, oberhalb des Siedepunkts der untersuchten Körper liegenden, Temperatur mit dem Gase derselben, verschlofs das Gefäfs luftdicht, sobald das Gas sich mit dem Druck der äufsern Luft in Gleichgewicht gesetzt hatte, und wog alsdann das Gefäfs nach dem Erkalten. So fand er das specifische Gewicht des Jodgases =8,716, welches einem Atomengewichte =790,46 entsprach. Dumas hielt indefs die von Gay-Lussac angegebene Zahl für die richtigere, weil die Schwierigkeiten bei dem von ihm angestellten Versuch sehr grofs waren. Man wird jedoch aus dem Folgenden ersehen, zu welchem bewundernswürdigen Grad Dumas dieselben zu besiegen verstand.

Die Verschiedenheit der Resultate von Gay-Lussac's und Dumas's Versuchen veranlafsten mich ebenfalls das Atomgewicht des Jods zu bestimmen. Ich bediente mich hierzu der Zersetzung des geschmolzenen Jodsilbers durch Chlorgas, in einer kleinen vor der Lampe ausgeblasenen Glaskugel von bestimmtem Gewicht, welche mit dem Jodsilber vor dem Versuche, und mit dem Chlorsilber nach dem Versuche gewogen wurde. Wenn man reine Materialien anwendet, ist bei diesem Versuch nur der Fehler möglich, welcher etwa beim Wägen begangen wird.

Um sicher zu seyn, dafs das Jodsilber nicht schon vorher etwas Chlorsilber enthielte, bereitete ich es auf folgende Weise. Ich löste Jodkalium in sehr wenig siedendheifsem Wasser auf und brachte in diese Lösung einige Tropfen salpetersauren Silberoxyds, löste das zuerst gefällte Jodsilber wieder auf und verdünnte darauf die Flüssigkeit mit kaltem Wasser, welches das Silbersalz niederschlug. Es ist klar, dafs, wenn das Jodkalium Chlorkalium enthielt, das gefällte Jodsilber den

*) *Annal. de chim. et de phys. T.* 33. *p.* 337. (Dies. Ann. Bd. 85. S. 293.)

Digitized by Google

ganzen Chlorgehalt des Salzes enthalten mufste. Nach Filtration der Flüssigkeit wurde sie mit salpetersaurem Silberoxyd völlig ausgefällt, und das erhaltene Jodsilber, nachdem es vollständig ausgewaschen worden, geschmolzen und klar ausgegossen.

Bei der Zersetzung mit Chlor fand ich, dafs das Jodsilber, wenn man es in Pulverform und ohne Temperaturerhöhung einem ganz langsamen Strom von Chlorgas aussetzte, das Chlor ohne Entwicklung von Jod absorbirte, und dafs das zuvor gelbe Salz weifs wurde. Diefs schien nun eine Verbindung von Chlorsilber mit Jod zu seyn, denn bei der geringsten Erhitzung wurde Jod daraus sublimirt, und Chlorsilber blieb zurück. Ich fand auch, dafs das Chlorsilber, beim Schmelzen im Chlorgas, eine geringe Portion von dieses Gases absorbirte, welche aber doch nach dem Erkalten einen Einfluſs auf das Gewicht des Salzes hatte. Man mufs daher das Chlorgas aus dem Gefäfse treiben dadurch, dafs man über das schmelzende Chlorsilber so lange atmosphärische Luft leitet, als diese noch beim Herausströmen im geringsten nach Chlor riecht.

a) 2,476 Grammen Jodsilber gaben 1,5155 Grammen Chlorsilber. Berechnet man dieses, so folgt, da das Atomengewicht des Chlorsilbers 1794,26 ist, dafs das Atomengewicht des Jodsilbers 2931,43 seyn müsse, und, da das Silberatom 1351,607 wiegt, dafs das Doppelatom des Jods 1579,82, also das einfache Atom desselben 789,91 wiege.

b) 5 Grm. Jodsilber gaben 3,062 Grm. Chlorsilber. Diefs giebt das Atomengewicht des Jodsilbers zu 2929,88 und das Atomengewicht des Jods $= \frac{1578,27}{2} = 789,135$.

c) 12,212 Grm. Jodsilber gaben 7,4755 Grm. Chlorsilber. Diefs giebt das Atomengewicht des Jodsilbers zu 2929,9, und das des Jods zu $\frac{1578,29}{2} = 789,145$.

Die beiden letztern, mit gröfsern Quantitäten ange-

Digitized by Google

stellten Versuche stimmen hinlänglich überein, um sich gegenseitig zu bestätigen; alle drei kommen überdiefs dem von Dumas gefundenen Resultate sehr nahe.

Bei der Frage, welches Resultat für das der Wahrheit am nächsten kommende zu halten sey, ob das durch directe Wägung des Gases erhaltene, oder das durch Verwandlung des Jodsilbers in Chlorsilber gefundene, kommen die auf beiden Seiten vorhandenen Hindernisse zur Erlangung eines genauen Resultats in Betracht. Bei der Wägung des Jodgases setzen sich dem Versuche Schwierigkeiten in den Weg, welche bei der Analyse des Jodsilbers nicht statt finden. Dagegen können aber bei der letzteren alle Fehler, welche etwa in den früher bestimmten Atomengewichten des Chlors und Silbers vorhanden sind, einen Einflufs auf das Atomengewicht des Jods haben. Dieser Fehler ist vermuthlich nicht sehr grofs *), wenn gleich wir wahrscheinlich kein Atomengewicht kennen, das bis auf die letzte Ziffer richtig ist; aber die Reduction der Atomengewichte auf gerade Multipla von dem des Wasserstoffs, mufs nur als ein Spiel der Phantasie betrachtet werden, was um so leichter zu beweisen ist, je weniger man es sich angelegen seyn läfst, das Resul-

*) Nach jenen Chemikern, welche die Resultate der Versuche abkürzen oder umändern, bis sie gerade Multipla vom Atomengewichte des Wasserstoffs geworden sind, würden meine Atomengewichte hier ziemlich unrichtig seyn. Ich versuchte deshalb, wie das Atomengewicht des Schwefelsilbers ausfallen würde, wenn man Chlorsilber durch Schwefelwasserstoff reducirte, und dabei den Versuch nicht eher beendigt ansähe, als bis nach einem viertelstündigen neuen Glühen im Schwefelwasserstoffgas das Gewicht sich nicht mehr veränderte.

a) 10,8725 Grm. Chlorsilber gaben auf diese Weise 9,4075 Grm. Schwefelsilber.

b) 15,616 Grm. Chlorsilber gaben 13,514 Grm. Schwefelsilber.

Nach dem ersten Versuche ist das Atomengewicht des Schwefelsilbers: 1552,515, nach dem zweiten: 1552,74, und nach meinen Tabellen: 1552,77.

Digitized by

tat des Versuchs auf die möglich höchste Stufe der Genauigkeit zu bringen.

Bei der Wägung eines nicht beständigen Gases wird überdiefs noch dadurch eine Unsicherheit veranlafst, dafs diese Gase, bei einer ihrem Bildungspunkt nicht sehr viel übersteigenden Temperatur, durch den Luftdruck in einem gröfseren Verhältnisse als die beständigen Gase zusammengedrückt werden, wie es die Versuche von Oersted und Despretz bewiesen haben, wodurch denn das specifische Gewicht der nicht beständigen Gase etwas höher als nach der Berechnung aus den Atomengewichten ausfällt. Deshalb habe ich geglaubt, dafs das aus der Analyse des Jodsilbers abgeleitete Atomengewicht möglicherweise der Wahrheit am nächsten kommen könne.

Nehmen wir nun das Atomengewicht des Jods zu 789,145 an, so wird das daraus berechnete specifische Gewicht (welches nicht das wirkliche ist) 8,7011, welches um 0,0149 von dem von Dumas direct bestimmten, wahrscheinlich wirklichen specifischen Gewichte abweicht. Die Jodsäure besteht dann aus 0,75942 Jod und 0,24058 Sauerstoff, und die Jodwasserstoffsäure aus 0,99216 Jod und 0,00784 Wasserstoff; das specifische Gewicht der letzten ist dann 4,4193, oder nur 0,0207 geringer, wie Gay-Lussac es durch den Versuch gefunden hat.

Das *Atomengewicht des Broms* wurde von Balard bei seiner ersten Beschreibung des Broms bestimmt *). Er zerlegte 127 Th. Bromkalium durch Schwefelsäure, und erhielt 97,3 Th. schwefelsauren Kalis, woraus folgen würde, dafs das Doppel-Atom des Broms 932,6 wiege. In einem andern Versuch vermischte er ein gegebenes Gewicht Bromsilber mit gekörntem Zink und verdünnter Schwefelsäure, und zog, nachdem die Reduction beendigt war, das überschüssige Zink mit Schwefelsäure aus. Auf diese Weise fand er das Bromsilber aus 58,9 Silber und

*) *Annal. de chim. et de phys. T.* 32. *p.* 357 *et* 362. (Diese Annal. Bd. 84. S. 328 u. 333.)

Digitized by Google

41,1 Brom zusammengesetzt, wonach also das Doppel-Atomgewicht des Broms 942,9 wäre.

Liebig wiederholte späterhin diese Analyse und zwar auf die Weise, dafs er eine gegebene Quantität Silber in Salpetersäure löste, und dieses Silber mit Bromkalium fällte *). Hierdurch fand er das Doppel-Atomgewicht des Broms =941,1.

So nahe übereinstimmende Resultate scheinen alle weitere Untersuchung überflüssig zu machen; allein da das Brom, zufolge seiner Bereitungsart, mehr oder weniger mit Chlorbrom verunreinigt seyn mufs, und bei den angeführten Versuchen keine Vorsichtsmaafsregeln zur gänzlichen Entfernung des Chlors getroffen zu seyn scheinen, so habe ich geglaubt, dafs auch dieser Gegenstand eine neue Untersuchung verdiene.

Ich wusch das Brom zuerst mit vielem Wasser, und verwandelte es sodann in ein Salz, theils mit Zink, theils mit Ammoniak. Aus diesen etwas verdünnten Auflösungen fällte ich zuerst, mit einer sehr verdünnten Auflösung vom salpetersauren Silberoxyd, eine Portion Bromsilber, die dann abfiltrirt wurde. Als nur eine sehr geringe Menge gefällt wurde, war der Niederschlag sehr merklich blasser gelb, als der später entstehende, zum Beweise, dafs ihm wirklich Chlorsilber beigemengt war. Aus der Flüssigkeit, die von dem ersten Niederschlag vom Bromsilber abfiltrirt worden war, wurde nun der Rückstand von Brom mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, und der Niederschlag vollständig ausgewaschen, getrocknet und geschmolzen. Er bildete nach dem Schmelzen eine durchscheinende gelbe Masse. Das Bromsilber wird träger als das Jodsilber vom Chlor zersetzt. In der Kälte wirkt das Chlor schwach auf dasselbe, und die letzten Portionen Brom hängen ihm hartnäckig an. Bei jedem Versuch liefs ich das Chlorgas wenigstens drei Viertelstunden lang, nachdem sich schon kein rothgefärbtes Gas mehr in der

*) Schweigg. Journ. Bd. 48. S. 108.

Digitized by Google

Kugel zeigte, fortwährend über das geschmolzene Chlorsilber hinwegstreichen. Das analysirte Bromsilber war bei verschiedenen Bereitungen erhalten.

a) 7,202 Grm. Bromsilber gaben 5,546 Grm. Chlorsilber; hiernach ist das Atomengewicht des Bromsilbers =2330,01, und das doppelte des Broms =978,39.

b) 7,8803 Grm. Bromsilber gaben 6,069 Grm. Chlorsilber. Dieſs giebt das Atomengewicht des Bromsilbers =2329,82 und das Doppel-Atomengewicht des Broms =978,21.

Die Mittelzahl aus beiden Versuchen giebt das doppelte Atomengewicht des Broms =978,3, also das einfache =489,15.

Daraus folgt, daſs das specifische Gewicht des Bromgases, der Rechnung nach, 5,3933 ist; daſs die Bromsäure aus 0,66177 Brom und 0,33823 Sauerstoff, und die Bromwasserstoffsäure aus 0,9873 Brom und 0,0127 Wasserstoff besteht. Das specifische Gewicht der letztern Säure in Gasform ist dann: 2,731.

III. *Tafel über die Atomengewichte der elementaren Körper und deren hauptsächlichsten binairen Verbindungen.*

Die nicht unbedeutende Anzahl neuer Atomengewichts-Bestimmungen, welche wir in einem früheren und in dem vorhergehenden Aufsatze durch Berzelius erhalten haben, veranlaſst mich, den Lesern hier einen verbesserten Abdruck von der im 10. Bande dieser Annalen mitgetheilten Tafel zu übergeben. Aufser den berichtigten Werthen der Atomengewichte vom Brom, Jod, Platin, Rhodium, Palladium, Iridium und Osmium, welche wir den Untersuchungen von Berzelius verdanken, enthält die gegenwärtige Tafel noch eine neue Bestimmung

Digitized by Google

des Titan-Atomgewichts von H. Rose, worüber in einem der nächsten Hefte dieser Annalen das Ausführlichere mitgetheilt werden wird. Was die Verbindungen betrifft, so habe ich von ihnen eine gröfsere Zahl aufgenommen, überzeugt, dafs es von mehrfachem Interesse seyn würde, die in dieser Beziehung gemachten neueren Entdeckungen auf wenigen Seiten zusammengestellt zu finden. Uebrigens bemerke ich noch, dafs die durchstrichenen Buchstaben, wie in der früheren Tafel, Doppelatome bedeuten, und dafs auf die Richtigkeit der Zahlen die möglichste Sorgfalt verwandt worden ist. *P.*

I. Unzerlegte Körper.	Formel.	O=100.	H=1.
Sauerstoff	O	100,000	16,026
Wasserstoff	H	6,2398	1,000
	Ḣ	12,4796	2,000
Stickstoff	N	88,518	14,186
	Ṅ	177,036	28,372
Schwefel	S	201,165	32,239
	Ṡ	402,330	64,478
Phosphor	P	196,155	31,436
	Ṗ	392,310	62,872
Chlor	Cl	221,325	35,470
	Cl̇	442,650	70,940
Brom	Br	489,150	78,392
	Ḃr	978,300	156,784
Jod	J	789,145	126,470
	J̇	1578,290	252,940
Fluor	F	116,900	18,734
	Ḟ	233,800	37,469
Kohle	C	76,437	12,250
	Ċ	152,875	24,500
Bor	B	135,983	21,793
	Ḃ	271,966	43,586
Kiesel	Si	277,478	44,469
	Si̇	554,956	88,938

Digitized by Google

I. Unzerlegte Körper.	Formel.	O=100.	H=1.
Selen	Se	494,582	79,263
	Se	989,164	158,526
Arsenik	As	470,042	75,329
	As	940,084	150,658
Chrom	Cr	351,819	56,383
	Cr	703,638	112,766
Molybdän	Mo	598,525	95,920
	Mo	1197,050	191,840
Wolfram	W	1183,200	189,621
	W	2366,400	379,242
Antimon	Sb	806,452	129,243
	Sb	1612,901	258,486
Tellur	Te	806,452	129,243
	Te	1612,901	258,486
Tantal	Ta	1153,715	184,896
	Ta	2307,430	369,792
Titan	Ti	303,686	48,669
	Ti	607,372	97,338
Gold	Au	1243,013	199,207
	Au	2486,026	398,415
Platin	Pt	1233,260	197,644
	Pt	2466;520	395,288
Rhodium	R	651,400	104,391
	R	1302,800	208,788
Palladium	Pd	665,840	106,708
	Pd	1331,680	213,416
Iridium	Jr	1233,260	197,644
	Jr	2466,520	395,288
Osmium	Os	1244,210	199,399
	Os	2488,420	398,798
Silber	Ag	1351,607	216,611
	Ag	2703,214	433,222
Quecksilber	Hg	1265,822	202,863
	Hg	2531,644	405,726

Digitized by Google

I. Unzerlegte Körper.	Formel.	O=100.	H=1.
Kupfer	Cu	395,695	63,415
	Ċu	791,390	126,829
Uran	U	2711,360	434,527
	Ü	5422,720	869,154
Wismuth	Bi	1330,376	213,208
	Bi	2660,752	426,416
Zinn	Sn	735,294	117,839
	Sn	1470,588	235,678
Blei	Pb	1294,498	207,458
	Pb	2588,996	414,917
Cadmium	Cd	696,767	111,665
	Ċd	1393,534	223,330
Zink	Zn	403,226	64,621
	Żn	806,452	129,242
Nickel	Ni	369,675	59,245
	Ni	739,350	118,490
Cobalt	Co	368,991	59,135
	Ċo	737,982	118,270
Eisen	Fe	339,213	54,363
	Fe	678,426	108,725
Mangan	Mn	355,787	57,019
	Mn	711,575	114,038
Cerium	Ce	574,718	92,105
	Ċe	1149,436	184,210
Zirconium	Zr	420,238	67,348
	Żr	840,476	134,696
Yttrium	Y	401,840	64,395
	Ẏ	803,680	128,790
Beryllium	Be	331,479	53,123
	Be	662,958	106,246
Aluminium	Al	171,167	27,431
	Al	342,331	54,863
Magnesium	Mg	158,353	25,378
	Mg	316,706	50,756

Digitized by Google

I. Unzerlegte Körper.	Formel.	O=100.	H=1.
Calcium	Ca	256,019	41,030
	Ca	512,038	82,060
Strontium	Sr	547,285	87,709
	Sr	1094,570	165,418
Baryum	Ba	856,880	137,325
	Ba	1713,760	274,650
Lithium	L	127,757	20,474
	L	255,514	40,948
Natrium	Na	290,897	46,620
	Na	581,794	93,239
Kalium	K	489,916	78,515
	K	979,832	157,030

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Wasserstoff.		
Wasser	Ḣ	112,480
Wasserstoffhyperoxyd . . .	Ḧ	212,480
Ammoniak	NH³	214,474
Schwefelwasserstoff	HS	213,644
Schwefelwasserstoff, im Maximo v. Schwefel	HS^x	
Phosphorwasserstoff, aus phosphorichter Säure (*H. Rose*) .	H³P^x	
Phosphorwasserstoff, selbstentzündlicher (*H. Rose*) . .	H³P	429,749
Phosphorwasserstoff, dritter .	H⁵P?	
Chlorwasserstoff	HCl	455,129
Bromwasserstoff	HBr	990,780
Jodwasserstoff	HJ	1590,770
Jodwasserstoff, jodhaltiger .	HJ²	3169,060
Fluorwasserstoff	HF	246,280
Einfach-Kohlenwasserstoff .	H⁴C	101,397

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O = 100.
Doppelt-Kohlenwasserstoff, Oelbildendes Gas	H^4C^2	177,835
Kohlenwasserstoff des Weinöls (nach *Dumas*)	H^3C^2 *)	
Vierfach-Kohlenwasserstoff (*Faraday's* Bicarburet) . .	H^4C^4	330,709
Naphthaline (nach *Faraday*) .	H^4C^5	407,146
Chlor-Kohlenwasserstoff, Chloräther i. Max. v. Chlor	$\dot{C}l + H^4C^2$	620,485
Chlor-Kohlenwasserstoff, Chloräther i. Min. v. Chl., schwerer Salzäther . .	$Cl + H^4C^2$	399,160
Chlorwasserstoffäther, leichter Salzäther	$HCl + H^4C^2$	405,400
Jod-Kohlenwasserstoff, Jodäther i. Max.	$J + H^4C^2$	1756,125
Jod-Kohlenwasserstoff, Jodäther i. Min.	$J + H^4C^2$?	
Jodwasserstoffäther . . .	$HJ + H^4C^2$	973,220
Bromkohlenwasserstoff, Bromäther i. Max. , . .	$Br + H^4C^2$	1156,135
Bromkohlenwasserstoff, Bromäther i. Min. . . .	$Br + H^4C^2$?	
Bromwasserstoffäther . .	$HBr + H^4C^2$	673,225
Fluor-Kohlenwasserstoff, u. s. w.?		
Schwefelweinsäure . . .	$2\ddot{S} + 2H^4C^2$	1358,000
Weinöl	$2\ddot{S} + 4H^4C^2$	1713,670
Schwefelnaphthalinsäure .	$2\ddot{S} + 4H^4C^5$	2630,914
Salpeteräther	$\ddot{N} + 2H^4C^2 + H$	945,186
Oxalweinsäure (nach *Dumas*)	$2\dot{C} + 2H^4C^2$	1261,420
Oxaläther	$\dot{C} + 2H^4C^2$	808,545

*) Nach einer neuen Untersuchung des Hrn. Serullas, die man im folgenden Hefte der Annalen finden wird, ist dieser Kohlenwasserstoff eben so zusammengesetzt wie das ölbildende Gas.

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Essigäther	$H^6C^4O^3+2H^4C^2+\dot{H}$	1111,340
Benzoëäther	$H^{12}C^{15}O^3+2H^4C^2+\dot{H}$	1989,585
Rohrzucker	$2\ddot{C}+2H^4C^2+\dot{H}$	1021,025
Traubenzucker	$2\ddot{C}+2H^4C^2+2\dot{H}$	1133,505
Ethal	$8H^4C^2+\dot{H}$	1535,160
Schwefeläther	$2H^4C^2+\dot{H}$	468,150
Alkohol *)	$2H^4C^2+2\dot{H}$	580,630
Selenwasserstoff	$\dot{H}Se$	507,062
Arsenikwasserstoff (n. *Dumas*)	$\dot{H}^3As$	977,524
Tellurwasserstoff	$\dot{H}^2Te$	831,412
Cyanwasserstoff	$\dot{H}+\dot{N}C$	342,391
Schwefelcyan-Wasserstoff, Schwefelblausäure . . .	$\dot{H}+\dot{N}CS$	744,721
Cyanschwefel-Wasserstoff, geschwefelte Schwefelblausäure (*Wöhler*) . .	$\dot{H}+\dot{N}CS^2$?	
Schwefelwasserstoff-Cyan (*Wöhler*)	$\dot{H}^2S+\dot{N}C$?	
Schwefelwasserstoff-Cyan (*Gay-Lussac*)	$\dot{H}^2S+2\dot{N}C$?	
Schwefelwasserstoff-Schwefelcyanwasserstoff (*Zeise*)	$\dot{H}S+\dot{H}\dot{N}CS$?	
Selenblausäure		
Stickstoff.		
Stickstoffoxydul	$\dot{N}$	277,036
Stickstoffoxyd	$\ddot{N}$	377,036
Salpetrige Säure	$\ddot{\dot{N}}$	477,036
Salpetersäure	$\ddot{\dot{N}}$	677,036
		Chlor-

*) Ihres mehrfachen Interesses wegen sind für diesen und die zunächst vorgehenden Körper die nebenstehenden Formeln gewählt, obgleich die Art, wie in denselben die Elemente combinirt sind, nur auf der Hypothese beruht, dafs der Doppelt-Kohlenwasserstoff eine Salzbasis sey.

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Chlorstickstoff	NCl^3	752,493
Bromstickstoff	NBr^3?	1555,968
Jodstickstoff	NJ^3	2455,953
Schwefel-, Phosphor-, Fluorstickstoff?		
Cyan	$\dot{N}\dot{C}$	329,911
Cyanichte Säure (*Wöhler*) .	$\dot{N}\dot{C}+O$	429,911
Cyansäure (*Serullas*) . .	$\dot{N}\dot{C}+2O$	529,911
Einfach-Chlorcyan . . .	$\dot{N}\dot{C}+Cl$	772,561
Doppelt-Chlorcyan . . .	$\dot{N}\dot{C}+2Cl$	1215,211
Bromcyan	$\dot{N}\dot{C}+Br$?	1308,211
Jodcyan	$\dot{N}\dot{C}+J$	1908,201
Fluorcyan?	$\dot{N}\dot{C}+F$	
Schwefelcyan der geschwefelten Schwefelblausäure	$2\dot{N}\dot{C}+8S$?	
Schwefelcyan der Schwefelblausäure	$2\dot{N}\dot{C}+4S$	1464,482
Schwefelcyan (*Lassaigne*) .	$2\dot{N}\dot{C}+S$	860,987
Selencyan		
Kohlenstickstoffsäure (*Liebig*)	$C^{15}N^6O^{15}$	3177,663
Indigsäure (*Buff*)	$C^{45}N^{12}O^{30}$	
Knallsäure	$2(\dot{N}\dot{C}+O)+\dot{A}g$	
Schwefel.		
Unterschweflichte Säure . .	$\ddot{S}$	602,330
Schweflichte Säure	$\ddot{S}$	401,165
Unterschwefelsäure	$\ddot{\ddot{S}}$	902,330
Schwefelsäure	$\ddot{\ddot{S}}$	501,165
Halb-Chlorschwefel	SCl	422,490
Einfach-Chlorschwefel . . .	$S\dot{C}l$	663,815
Bromschwefel		
Jodschwefel		

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel!	O=100.
Fluorschwefel		
Selenschwefel	S^2Se	896,912
Phosphor.		
Unterphosphorichte Säure (*H. Rose*)	$\dot{P}$	492,310
Phosphorichte Säure . . .	$\ddot{P}$	692,310
Phosphorsäure	$\dddot{P}$	892,310
Chlorphosphor, im Minimo	PCl?	
Chlorphosphor, intermediärer	PCl^3	1720,260
Chlorphosphor, im Maximo	PCl^5	2605,560
Bromphosphor, im Min., flüssiger	PBr^3?	3327,210
Bromphosphor, im Max., fester	PBr^5	5283,810
Jodphosphor		
Fluorphosphor		
Chlor.		
Chloroxyd (Euchlorine) . .	$\dot{C}l$	542,650
Chlorichte Säure	$\ddot{C}l$	742,650
Chlorsäure	$\dddot{C}l$	942,650
Oxydirte Chlorsäure . . .	$\ddddot{C}l$	1042,650
Brom.		
Bromichte Säure (?) . . .		
Bromsäure	$\dddot{B}r$	1478,3
Chlorbrom	$BrCl^3$	3191,55
Jod.		
Jodichte Säure (*Mitscherlich*)	$\ddot{J}$	1778,29
Jodsäure	$\dddot{J}$	2078,29
Chlorjod, im Min. v. Chlor	JCl?	2020,94

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Chlorjod, im Max. v. Chlor	$\dot{J}\dot{C}l^3$	3791,54
Bromjod		
Fluorjod		
Kohle.		
Kohlenoxyd	$\dot{C}$	176,437
Kohlensäure	$\ddot{C}$	276,437
Krokonsäure (*L. Gmelin*) *)	C^5O^4 ?	782,185
Oxalsäure	$\ddot{\dot{C}}$	452,875
Ameisensäure	$H^2C^2O^3$	465,355
Bernsteinsäure	$H^4C^4O^3$	630,710
Essigsäure	$H^6C^4O^3$	643,190
Galläpfelsäure	$H^4C^6O^4$	696,065
Benzoësäure	$H^{10}C^{15}O^3$	1521,442
Citronensäure	$H^4C^4O^4$	730,710
Weinsäure	$H^5C^4O^5$	836,950
Brenzliche Schleimsäure .	$H^4C^{18}O^6$	2000,835
Schleimsäure	$H^{10}C^6O^8$	1321,023
Schwefelkohlenstoff	$\dot{C}\dot{S}$	478,767
Kohlenschwefelwasserstoffsäure (*Zeise*)	$\dot{C}\dot{S}+\dot{S}\dot{H}$ (?)	692,412
Xanthogensäure (*Zeise*) .	$2\dot{C}\dot{S}+(H^4C^2+\dot{H})$?	
Chlorkohlenstoff, i.Min.v.Chlor	$\dot{C}\dot{C}l$	297,762
Chlorkohlenstoff, mittlerer .	$\dot{C}Cl^2$	519,087
Chlorkohlenstoff, i.Max.v.Chlor	$\dot{C}Cl^3$	740,412
Phosgengas	$\dot{C}Cl$	619,087
Bromkohlenstoff		
Jodkohlenstoff, fester . . .		
Jodkohlenstoff, flüssiger . .		
Fluorkohlenstoff		

*) Der geringe Wasserstoffgehalt dieser merkwürdigen Säure scheint nicht wesentlich zu seyn; übrigens haben wir mit der Zeit eine neue derselben Analyse vom Prof. L. Gmelin zu erwarten.

Digitized by

II. Verbindungen.	Formel.	O = 100.
Bor.		
Borsäure	$\dddot{B}$	871,966
Chlorbor	BCl^6	2927,866
Brombor	BBr^6 (?)	
Jodbor	BJ^6 (?)	
Fluorbor	BF^6	1674,766
Kiesel.		
Kieselsäure (Kieselerde) . .	$\ddot{S}i$	577,478
Schwefelkiesel	SiS^3	880,973
Chlorkiesel	$SiCl^3$	1605,428
Bromkiesel	$SiBr^3$ (?)	
Fluorkiesel	SiF^3	978,878
Selen.		
Selenoxyd		
Selenichte Säure	$\ddot{S}e$	694,582
Selensäure (*Mitscherlich*) .	$\dddot{S}e$	794,582
Chlorselen, im Min. . . .	$SeCl$	715,907
Chlorselen, im Max. . . .	$SeCl^2$	1379,882
Bromselen		
Fluorselen		
Arsenik.		
Arseniksuboxyd		
Arsenichte Säure	$\dddot{A}s$	1240,084
Arseniksäure	$\ddot{\dddot{A}}s$	1440,084
Schwarzes Schwefelarsenik	As^6S	5841,669
Rothes Schwefelarsenik, Realgar	AsS^2	1342,414
Gelbes Schwefelarsenik, Operment	AsS^3	1543,579

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Schwefelarsenik, der Säure entsprechend	AsS^5	1945,909
Schwefelarsenik, im Maximo	AsS^{12}	4561,054
Chlorarsenik, flüssiges . .	$AsCl^3$	2268,034
Chlorarsenik, festes (*Dumas*)	$AsCl^5$	
Bromarsenik (*Serullas*) . .	$AsBr^3$	3874,984
Bromarsenik, im Max. (?) .	$AsBr^5$	
Fluorarsenik, im Min. (*Unverdorben*)	AsF^3	1641,484
Fluorarsenik, im Max. (?) .	AsF^5	
Chrom.		
Chromoxydul	$\dddot{C}r$	1003,638
Chromsäure	$\dddot{C}r$	651,819
Schwefelchrom	CrS^3	1307,133
Chromchlorür	$CrCl^3$,	2031,588
Chromchlorid (*Berzelius*) . .	$CrCl^3$	1679,769
Chromfluorür	CrF^3	1405,038
Chromfluorid (*Unverdorben*)	CrF^3	1053,219
Molybdän.		
Molybdänoxydul	$\dot{M}o$	698,525
Molybdänoxyd	$\ddot{M}o$	798,525
Molybdänsäure	$\ddot{M}o$	898,525
Blaues Molybdänoxyd . . .	$\ddot{M}o + 4\ddot{M}o$	4392,625
Schwefelmolybdän	MoS^2	1000,855
Schwefelmolybdän (Molybdänschwefel)	MoS^3	1202,020
Ueberschwefelmolybdän . .	MoS^4	1403,185
Molybdänchlorür	$MoCl$	1041,175
Molybdänchlorid	$MoCl^2$	1483,825
Molybdänsuperchlorid . . .	$MoCl^3$	1926,475

Digitized by Go

II. Verbindungen.	Formel.	O = 100.
Molybdänjodür	MoJ	2176,815
Molybdänjodid	MoJ^2	3755,105
Molybdänfluorür	MoF	832,325
Molybdänfluorid	MoF^2	1066,125
Molybdänsuperfluorid . . .	MoF^3	1299,925
Wolfram.		
Wolframoxyd	$\ddot{W}$	1383,200
Wolframsäure	$\ddot{\ddot{W}}$	1483,200
Blaues Wolframoxyd . . .	$\ddot{W} + 4\ddot{\ddot{W}}$	7316,000
Schwefelwolfram	WS^2	1585,530
Dreifach-Schwefelwolfram .	WS^3	1786,695
Wolframchlorür	WCl^2	2068,500
Wolframchlorid (*Wöhler*) *)	WCl^3	2511,150
Wolframfluorid	WF^3	1884,600
Antimon.		
Antimonoxyd	$\dddot{S}b$	1912,904
Antimonichte Säure . . .	$\dddot{\dddot{S}}b$	2012,904
Antimonsäure	$\dddot{\dddot{\dddot{S}}}b$	2112,904
Erstes Schwefelantimon (Kermes minerale)	SbS^3	2216,399
Zweites Schwefelantimon .	SbS^4	2417,564
Drittes Schwefelantimon (Sulphur auratum)	SbS^5	2618,729
Antimonchlorid	$SbCl^3$	2940,854
Antimonsuperchlorür . . .	$SbCl^4$	3383,504
Antimonsuperchlorid . . .	$SbCl^5$	3826,154
Antimonfluorid	SbF^3	2314,304
Antimonsuperfluorür. . .	SbF^4	3015,704
Antimonsuperfluorid . . .	SbF^5	3717,104

*) Es giebt noch ein drittes Chlorwolfram von unbekannter Zusammensetzung.

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O = 100.
Tellur.		
Telluroxyd	$\ddot{T}e$	1006,452
Chlortellur	$TeCl^2$	1691,752
Schwefeltellur	TeS^2	1208,782
Tantal.		
Tantaloxyd (Tantalichte Säure)	$\ddot{T}$	2507,430
Tantalsäure	$\ddot{\ddot{T}}$	2607,430
Schwefeltantal	TS^3	2910,925
Chlortantal	TCl^3	3635,380
Fluortantal	TF^3	3008,830
Titan.		
Titanoxyd		
Titansäure	$\ddot{T}i$	503,686
Schwefeltitan	TiS^2	706,016
Chlortitan	$TiCl^2$	1188,986
Fluortitan		
Gold.		
Goldoxydul	$\dot{A}$	2586,026
Goldoxyd	$\ddot{A}$	2786,026
Goldchlorür	ACl	2928,676
Goldchlorid	ACl^3	3813,976
Goldjodür	AJ	4064,316
Platin.		
Platinoxydul	$\dot{P}t$	1333,26
Platinoxyd	$\ddot{P}t$	1433,26
Platinchlorür	$PtCl$	1675,910
Platinchlorid	$PtCl^2$	2118,560
Schwefelplatin	PtS	1434,425
Schwefelplatin	PtS^2	1635,590

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Rhodium.		
Rhodiumoxydul	$\dot{R}$	751,400
Rhodiumoxyd	$\ddot{R}$	1602,800
Mittlere Oxyde	$\ddot{R}+3\dot{R}$ $\ddot{R}+2\dot{R}$	
Rhodiumchlorür	RCl^2	1094,050
Rhodiumchlorid	RCl^3	1315,375
Palladium.		
Palladiumoxydul	$\dot{P}d$	765,840
Palladiumoxyd	$\ddot{P}d$	865,840
Palladiumchlorür	$PdCl^2$	1108,490
Palladiumchlorid	$PdCl^4$	1551,140
Iridium.		
Iridiumoxydul	$\dot{J}r$	1333,260
Iridiumsesquioxydul . . .	$\dddot{J}r$	2766,520
Iridiumoxyd	$\ddot{J}r$	1433,260
Iridiumsesquioxyd	$\dddot{J}r$	1533,260
Blaues Oxyd	$\dot{J}r+x\dddot{J}r$ (?)	
Iridiumchlorür	$JrCl^2$	1675,910
Iridiumsesquichlorür . . .	$JrCl^3$	1897,235
Iridiumchlorid	$JrCl^4$	2118,560
Iridiumsesquichlorid . . .	$JrCl^6$	2561,210
Osmium.		
Osminmoxydul	$\dot{O}s$	1344,21
Osmiumsesquioxydul . . .	$\dddot{O}s$	2788,42
Osmiumoxyd	$\ddot{O}s$	1444,21
Osmiumsesquioxyd	$\dddot{O}s$	1544,21
Osmiumbioxyd	$\ddot{\ddot{O}}s$	1644,21
Blaues Oxyd	$\dot{O}s+x\dddot{O}s$ (?)	

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Osmiumchlorür	$OsCl^2$	1686,860
Osmiumsesquichlorür . . .	$OsCl^3$	1908,185
Osmiumchlorid	$OsCl^4$	2129,510
Osmiumsesquichlorid . . .	$OsCl^6$	2572,160
Silber.		
Silberoxyd	$\dot{A}g$	1451,607
Silbersuperoxyd		
Schwefelsilber	AgS	1552,772
Chlorsilber	$Ag\,Cl$	1794,257
Bromsilber	$AgBr$	2329,907
Jodsilber	AgJ	2929,897
Fluorsilber	AgF	1585,407
Cyansilber	$AgNC$	1681,518
Cyansilber mit salpetersaurem Silberoxyd . . .	$2AgNC + \ddot{\dot{N}}\dot{A}g$	5491,679
Quecksilber.		
Quecksilberoxydul	$\dot{H}g$	2631,644
Quecksilberoxyd	$\dot{H}g$	1365,822
Schwefelquecksilber . . .	HgS	2732,809
Schwefelquecksilber (Zinnober)	HgS	1466,987
Schwefelquecksilber-Quecksilberchlorid (*H. Rose*)	$2HgS + HgCl$	4642,446
Quecksilberchlorür	$HgCl$	1487,147
Quecksilberchlorid	$HgCl$	1708,472
Quecksilberbromür	$HgBr$	1754,972
Quecksilberbromid	$HgBr$	2244,122
Quecksilberjodür	HgJ	2054,967
Quecksilberjodid	HgJ	2844,112
Quecksilberjodür-jodid (*Dumas* und *Boullay*) . .	$HgJ + HgJ$	4899,079

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Quecksilberfluorür	HgF	1382,722
Quecksilberfluorid	HgF	1499,622
Quecksilbercyanid	HgNC	1595,733
Kupfer.		
Kupferoxydul	Ċu	891,390
Kupferoxyd	Ċu	495,695
Schwefelkupfer im Min. . .	ĊuS	992,555
Schwefelkupfer	CuS	596,860
Schwefelkupfer im Max. *)	CuS³	1401,520
Kupferchlorür	CuCl	617,020
Kupferchlorid	CuCl²	838,345
Kupferjodür	CuJ	1184,840
Kupferfluorür	CuF	512,595
Kupferfluorid	CuF	629,495
Kupfer[illegible]ür	CuNC	560,651
Kupfe[illegible]	CuNC	725,606
Uran.		
Uranoxydul	U̇	2811,360
Uranoxyd	Ü	5722,720
Schwefeluran	US	2912,525
Uranchlorür	UCl	3154,010
Uranchlorid	UCl³	3375,335
Uranfluorid	UF³	3062,060
Wismuth.		
Wismuthsuboxyd		
Wismuthoxyd	B̈i	2960,752
Schwefelwismuth	BiS³	3264,247

*) Aufserdem giebt es noch: CuS², CuS³ und CuS⁴.

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O = 100.
Chlorwismuth	$BiCl^3$	1994,351
Bromwismuth	$BiBr^3$	2797,826
Jodwismuth	BiJ^3	3697,811
Fluorwismuth	BiF^3	1681,076
Zinn.		
Zinnoxydul	$\dot{S}n$	835,294
Zinnoxyd	$\ddot{S}n$	935,294
Schwefelzinn, im Min. . .	SnS	936,459
Schwefelzinn, mittleres . .	SnS^3	2074,083
Schwefelzinn, im Max. (Musivgold)	SnS^2	1137,624
Zinnchlorür	$Sn\,Cl$	1177,944
Zinnchlorid (Libav's Geist) .	$Sn\,Cl^2$	1620,594
Zinnjodür	SnJ	2313,584
Zinnjodid	SnJ^2	3891,874
Zinnfluorür	SnF	969,094
Zinnfluorid	SnF^2	1202,894
Blei.		
Suboxyd		
Oxyd	$\dot{P}b$	1394,498
Rothes Superoxyd (Mennige)	$\dot{\ddot{P}}b$	2888,996
Braunes Superoxyd . . .	$\ddot{P}b$	1494,498
Schwefelblei	PbS	1495,663
Chlorblei	$Pb\,Cl$	1737,148
Chlorblei-Bleioxyd ($PbCl + 2$ oder 3 oder 7 $\dot{P}b$) . .		
Jodblei, gelbes	PbJ	2872,788
Jodblei, braunes (*Dumas* u. *Boullay*)	PbJ^3	3661,933
Fluorblei	PbF	1528,298

Digitized by

II. Verbindungen.	Formel.	O=100
Cadmium.		
Cadmiumoxyd	Ċd	796,767
Schwefelcadmium	CdS	897,932
Chlorcadmium	Cd Cl	1139,417
Jodcadmium	Cd J	2275,057
Fluorcadmium	Cd F	930,567
Nickel.		
Suboxyd		
Oxydul		
Oxyd	Ṅi	469,675
Superoxyd, erstes		
Superoxyd, zweites . . .		
Schwefelnickel	Ni S	940,515
Schwefelnickel	Ni S	570,840
Chlornickel	Ni Cl	812,325
Fluornickel	Ni F	603,475
Cyannickel	Ni N C	699,586
Kobalt.		
Kobaltoxyd	Ċo	468,991
Kobalthyperoxyd	C̈o	1037,982
Kobaltsäure	C̈o?	
Grünes Oxyd	Ċo + x C̈o	
Schwefelkobalt, erstes (*Arfvedson*)	Co S	570,156
Schwefelkobalt, zweites (*Arfvedson*)	Co S³	1341,477
Schwefelkobalt, drittes (*Setterberg*)	Co S²	771,321
Chlorkobalt	Co Cl	811,641
Fluorkobalt	Co F	602,791
Cyankobalt	Co N C	698,902

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Eisen.		
Eisenoxydul	$\dot{Fe}$	439,213
Eisenoxyd	$\ddot{Fe}$	978,426
Oxydul-Oxyd (Magneteisenstein)	$\dot{Fe}+\ddot{Fe}$	1417,639
Hammerschlag (*Mosander*)	$6\dot{Fe}+\ddot{Fe}$	3613,704
Schwefeleisen, erstes . . .	Fe^4S	2914,869
Schwefeleisen, zweites . .	FeS	879,591
Schwefeleisen, drittes . . .	FeS^2	1080,756
Schwefeleisen, viertes . .	FeS^3	1281,921
Schwefeleisen, fünftes (Schwefelkies)	FeS^4	1483,086
Magnetkies	$6FeS^2+FS^4$	
Eisenchlorür	$FeCl^2$	1563,726
Eisenchlorid	$FeCl^3$	2006,376
Eisenjodür	FeJ^2	3835,006
Eisenjodid	FeJ^3	5413,296
Eisenfluorür	FeF^2	1146,026
Eisenfluorid	FeF^3	1379,826
Eisencyanür	FeN^2C^2	1338,248
Eisencyanid	FeN^3C^3	1668,159
Berlinerblau	$3FeN^2C^2+4FeN^3C^3$	
Basisches Berlinerblau .	$9FeN^2C^2+8FeN^3C^3+4\ddot{Fe}$	
Kaliumeisencyanür	$3FeN^2C^2+12KNC+12\dot{H}$	
Kaliumeisencyanid	FN^3C^3+3KNC	
Mangan.		
Manganoxydul	$\dot{Mn}$	455,787
Manganoxyd	$\ddot{Mn}$	1011,574
Manganhyperoxyd	$\dddot{Mn}$	555,787

Digitized by

II. Verbindungen.	Form.	O=100.
Mangansäure	$\dddot{M}$	1211,571
Schwefelmangan	MnS	556,953
Manganoxysulfuret . .	$\dot{M}n + MnS$	1012,739
Manganchlorür	$MnCl^2$	798,437
Manganchlorid	$MnCl^3$	1019,762
Mangansuperchlorid (*Dumas*)	$MnCl^5$	1462,412
Manganfluorür	MnF^2	589,587
Manganfluorid	MnF^3	706,487
Mangansuperfluorid (*Wöhler*)	MnF^5	940,287
Cerium.		
Ceriumoxydul	$\dot{C}e$	674,718
Ceriumoxyd	$\dddot{C}e$	1449,436
Ceriumoxydul-Oxyd . .		
Schwefelcerium, im Min. .	CeS^2	977,048
Schwefelcerium	CeS^3	1178,213
Ceriumchlorür	$CeCl^2$	1017,368
Ceriumchlorid	$CeCl^3$	1238,693
Ceriumfluorür	CeF^2	808,518
Ceriumfluorid	CeF^3	925,418
Zirconium.		
Zirconerde	$\dddot{Z}r$	1140,476
Schwefelzirconium	ZS^3	1443,971
Chlorzirconium	ZCl^3	2168,426
Fluorzirconium	ZF^3	1541,876
Yttrium.		
Yttererde	$\dot{Y}$	501,840
Schwefelyttrium	YS	603,005
Chloryttrium	YCl	844,490
Fluoryttrium	YF	635,640

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Beryllium.		
Beryllerde	$\ddot{B}e$	962,958
Schwefelberyllium	BeS^3	1266,453
Chlorberyllium	$BeCl^3$	1990,908
Fluorberyllium	BeF^3	1364,358
Bromberyllium	$BeBr^3$	3597,858
Aluminium.		
Alaunerde	$\ddot{A}l$	642,334
Schwefelaluminium . . .	AlS^3	945,829
Chloraluminium	ACl^3	1670,284
Chloraluminium mit Schwefelwasserstoff . . .		
Fluoraluminium	AlF^3	1043,734
Selenaluminium	$AlSe^3$	1826,080
Magnesium.		
Talkerde	$\dot{M}g$	258,353
Chlormagnesium	$MgCl$	601,003
Fluormagnesium	MgF	392,153
Calcium.		
Kalkerde	$\dot{C}a$	356,019
Chlorcalcium	$CaCl$	698,669
Fluorcalcium	CaF	489,819
Strontium.		
Strontianerde	$\dot{S}r$	647,285
Chlorstrontium	$SrCl$	989,935
Fluorstrontium	SrF	781,085
Baryum.		
Baryterde	$\dot{B}a$	956,880
Baryumsuperoxyd	$\ddot{B}a$	1056,880

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Chlorbaryum	$\dot{Ba}\,\dot{Cl}$	1299,530
Fluorbaryum	$\dot{Ba}\,\dot{F}$	1090,680
Lithium.		
Lithion	$\dot{L}$	227,757
Chlorlithium	$\dot{L}\,\dot{Cl}$	570,407
Fluorlithium	$\dot{L}\,\dot{F}$	361,557
Natrium.		
Natriumsuboxyd	$\dot{Na}$ (?)	
Natron	$\dot{Na}$	390,897
Natronhydrat	$\dot{Na}+\dot{H}$	503,377
Natriumsuperoxyd	$\ddot{Na}$	881,794
Fluornatrium	$\dot{Na}\,\dot{F}$	524,697
Fluorwasserstoffsaur. Fluornatrium	$\dot{Na}\,\dot{F}+\dot{H}\,\dot{F}$	770,977
Chlornatrium	$\dot{Na}\,\dot{Cl}$	733,547
Wasserhaltiges Chlornatrium (*Fuchs*) . . .	$\dot{Na}\,\dot{Cl}+6\dot{H}$	1408,427
Bromnatrium	$\dot{Na}\,\dot{Br}$	1269,197
Jodnatrium	$\dot{Na}\,\dot{J}$	1869,187
Schwefelnatrium, erstes . .	$\dot{Na}\,\dot{S}$	492,062
Schwefelwasserstoffsaures Schwefelnatrium . .	$\dot{Na}\,\dot{S}+\dot{H}\,\dot{S}$	705,707
Schwefelnatrium, zweites .	$\dot{Na}\,\dot{S}^2$	693,227
Kalium.		
Kaliumsuboxyd	$\dot{K}$ (?)	
Kali	$\dot{K}$	589,916
Kalihydrat	$\dot{K}+\dot{H}$	702,396
Kalisuperoxyd	$\ddot{K}$	789,916
Fluorkalium	$\dot{K}\,\dot{F}$	723,716

Fluor-

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100,
Fluorwasserstoffsaures Fluorkalium	KF+HF	969,996
Borfluorkalium	KF+BF³	1563,099
Kieselfluorkalium . . .	KF+SiF³	1702,594
Molybdänfluorkalium . .	KF+MoF³	2023,641
- - mit molybdänsaur. Kali	KF+MoF³+K̇M̈o	3512,082
Wolframfluorkalium . .	KF+WF³	2608,316
- - mit wolframsaur. Kali	KF+WF³+K̇Ẅ	4681,432
Tantalfluorkalium . . .	KF+TaF³ (?)	
Titanfluorkalium . . .	KF+TiF²	1494,002
Chlorkalium	KCl	[illegible]3,566
Bromkalium	KBr	[illegible]68,216
Kaliumjodür	KJ	2068,206
Kaliumjodid (*Baup*) . . .	KJ²	3646,496
Kaliumsuperjodid	KJ³	5224,786
Schwefelkalium, erstes . .	KS	691,081
Wasserstoffschwefliges . .	KS+HS	904,725
Kohlenschwefliges . . .	KS+CS² (?)	1169,848
Arsenikschwefliges, neutrales	2KS+AS³	3328,071
Arsenichtschwefliges . .	2KS+AS³	2925,741
Unterarsenichtschwefliges .	2KS+AS²	2724,576
Molybdänschwefliges . .	KS+MoS³	1893,101
Molybdänüberschwefliges .	KS+MoS⁴ (?)	2094,466
Wolframschwefliges . .	KS+WS³	2477,776
Wolframschwefl. S. mit salpeters. Kali . . .	KS+WS³+K̇N̈	3744,728
Wolframschwefl. S. mit wolframs. Kali . . .	KS+WS³K+K̇Ẅ	4550,892
Tellurschwefliges . . .	KS+TeS²	1899,863
Schwefelkalium, zweites . .	KS³	892,246

Digitized by Google

II. Verbindungen.	Formel.	O=100.
Schwefelkalium, drittes . .	KS^3	1093,411
Schwefelkalium, viertes . .	KS^7	2387,986
Schwefelkalium, fünftes . .	KS^4	1294,576
Schwefelkalium, sechstes .	KS^9	2 90.317
Schwefelkalium, siebentes .	KS^5	1495,741
Cyankalium	KNC	819.827
Schwefelcyankalium . . .	KNCS	1020,992

IV. *Ueber die Wärmeleitung in verschiedenen Hölzern, in Richtung der Fasern und senkrecht gegen dieselben; von den HH. August de la Rive und Alphonse de Candolle.*

(*Bibliothèq. universelle, T. XXXIX. p.* 206.)

Das Wärmeleitungsvermögen der Metalle und einiger anderen Substanzen ist, wegen der Wichtigkeit der sich daraus für Künste und Wissenschaft ergebenden Resultate, seit langer Zeit ein Gegenstand der Untersuchung gewesen; andere, in dieser Beziehung für das Studium weniger nützliche, Substanzen, wie z. B. Glas, Porcellan und ähnliche Kunstproducte, so wie auch die verschiedenen Holzarten, sind dagegen nicht untersucht worden. Eine Abhandlung des Hrn. Despretz, welche in die *Annales de chimie et de physique* eingerückt worden ist *), hat die Leitungsfähigkeit einiger dieser Substanzen kennen gelehrt. Wir haben daher geglaubt, dafs es nicht ohne Interesse seyn würde, die Kenntnisse über diesen Gegenstand durch Vergleichung der Leitungsfähigkeit einiger Holzarten zu vervollständigen. Dieser Vergleich kann überdiefs zu einigen pflanzenphysiologischen Betrachtungen führen.

*) Man sehe dies. Annal. Bd. 88. S. 281. *P.*

Digitized by Google

Zu diesem Zwecke haben wir recht trockne Hölzer angewandt, in parallelepipedischen, 13 Centimeter langen, 4 Centimeter breiten und 27 Millimeter dicken Stükken. Um die Verschiedenheiten, welche durch die Richtung der Holzfasern entstehen könnten, kennen zu lernen, haben wir einige Stücke in einer andern Richtung als der, nach welcher man gewöhnlich die Hölzer bearbeitet, schneiden lassen, nämlich so, dafs die Fasern, statt nach der Länge der Holzstäbe zu laufen, in der Quere gegen dieselbe lagen. Dieser Richtung, quer gegen die Holzfasern, folgt der Wärmestoff, wenn er aus der Atmosphäre in einen Baum, oder umgekehrt aus diesem in jene übergeht. Auf einer der breiten Seiten dieser Holzstücke waren, 3 Centimeter von dem einen Ende angefangen und in Abständen von 2 Centimeter, fünf 7 Millimeter grofse Löcher gebohrt, die bis in die Mitte des Stabes reichten. In jedes Loch wurde etwas Quecksilber gegossen und in dieses ein Thermometer getaucht. Das eine Ende des Holzstabes war in eine Hülse von Weifsblech gesteckt, die nur ungefähr $2\frac{1}{2}$ Centimeter lang war, so dafs sie keins der Löcher bedecken konnte. Dieser Apparat wurde frei in der Luft aufgehängt und unter das mit Blech umgebene Ende eine Weingeistlampe gestellt. Nur dieser Theil konnte von der Flamme getroffen werden, da wir die Lampe mit einem Schornstein versehen, und zwischen ihr und dem Holzstab Glasplatten senkrecht aufgestellt hatten, auch letztere erneuerten, sobald sie anfingen die Wärme durchzulassen. Auf diese Weise wurde das Holz nur an einer einzigen Stelle erwärmt, und zwar mittelbar, so dafs es nicht anbrennen konnte. Damit die Thermometer genau dieselbe Temperatur wie das Innere des Stabes besäfsen, streueten wir auf die Oberfläche der Löcher etwas Lycopodium, wodurch die Strahlung der Thermometerkugeln und des sie umgebenden Quecksilbers nach aufsen hin gänzlich verhindert wurde.

Digitized by Google

Nach Verlauf von einer oder zwei Stunden hatte jedes Thermometer das ihm durch seinen Abstand von der Wärmequelle, die Leitungsfähigkeit des Holzes und die Strahlung mögliche Maximum der Wärme erreicht. Wir sahen den Versuch nicht eher für geschlossen an, als bis die Thermometer zehn Minuten oder eine Viertelstunde lang einen unveränderten Stand gezeigt hatten. Von allen Thermometerständen zogen wir die Temperatur der umgebenden Luft ab, die, beiläufig gesagt, nur zwischen 6° und 10° C. schwankte.

Wir haben sechs verschiedene Holzarten untersucht, und drei von ihnen nach beiden genannten Richtungen in Bezug auf die Fasern. Nach ihrer Leitungsfähigkeit in abnehmender Stärke geordnet, sind es: Weifsdorn- (*Crataegus aria*), Nufsbaum-, Eichen-, Tannen- und Pappelholz, sämmtlich parallel den Fasern, ferner: Nufsbaum-, Eichen- und Tannenholz, senkrecht gegen die Fasern, und endlich Kork.

Vergleicht man die beiden Extreme, so findet man, dafs, wenn im Weifsdornholze, einem sehr harten, schweren Holze, das erste Thermometer auf 83° C. steht, das zweite 45° zeigt; während im Korke, wenn das erste auf 78° steht, das zweite nur 14° angiebt. Die dichteren Hölzer sind im Allgemeinen die besseren Leiter; doch leitet das Nufsbaumholz etwas besser als das Eichenholz, obgleich es etwas leichter als dieses ist. Man sieht überdiefs aus der weiter unten folgenden Tafel, dafs zwischen den nach gleicher Richtung geschnittenen Hölzern wenig Unterschied da ist, und dafs die geringe Homogenität derselben die Resultate weniger regelmäfsig macht, als die mit andern Substanzen erhaltenen. Dagegen findet ein beträchtlicher Unterschied statt je nach der Richtung, in welcher sich die Wärme in Bezug auf die Fasern fortpflanzt. Die Hölzer sind quer gegen ihre Fasern weit schlechtere Wärmeleiter als längs derselben. Der Unterschied, der aus diesen Richtungen der Wär-

Digitized by Google

mefortpflanzung entspringt, ist um so gröfser, je schlechter die Holzart die Wärme leitet. Betrachtet man z. B. die zweiten Thermometer, und nimmt bei jeder Holzart die Unterschiede, welche aus der Richtung der Fasern entspringen, so findet man: beim Nufsbaumholz 16°, beim Eichenholz 22°, und beim Tannenholz 28°. Beim Eichenholz verhält sich die Leitungsfähigkeit längs den Fasern zu der senkrecht auf ihnen, wie 5 zu 3.

Die Curve, welche sich aus den Thermometerständen bilden läfst, und bei den guten Leitern eine logarithmische Linie ist, zeigt sich bei den schlechtleitenden Substanzen als nicht so regelmäfsig. Anfangs nimmt sie schnell ab, und darauf wird sie der Abscissenlinie fast parallel. So weicht beim Korke, bei dem der Stand des zweiten Thermoters sechsmal kleiner als der des ersten ist, das letzte Thermometer sehr wenig von dem vorletzten ab; es steht auf 1° und das vorletzte auf 1°56, während beim Weifsdornholze die Quotienten fast einander gleich sind. Uebrigens drücken die Zahlen, welche unmittelbar durch den Versuch gefunden werden, die Leitungsfähigkeiten nicht auf eine absolute Art aus; denn sie sind das Resultat des Zusammenwirkens mehrerer Elemente, wie z. B. der Dimensionen des Körpers, des Strahlvermögens derselben u. s. w., Elemente, welche berechnet werden müfsten, wollte man das Leitvermögen der Hölzer mit dem von anderen Substanzen vergleichen *).

Der grofse Unterschied, welcher aus der Richtung der Holzfasern gegen die Wärmequelle entspringt, erklärt zum Theil, wie die Bäume im Innern ihres Stammes die Temperatur des Bodens, aus dem sie ihre Nahrung aufnehmen, so wohl bewahren können. Einerseits wird diese Temperatur durch das Aufsteigen der Flüssigkeiten und durch deren Fortpflanzung in dem festen Gewebe des Holzes verbreitet, während anderseits die geringe Wärmeleitung, senkrecht gegen die Fasern, dem Eintreten des Gleichgewichts mit der äufsern Temperatur ein grofses Hindernifs entgegenstellt.

*) Man sehe hierüber auch die Bemerkung des Hrn. Fourier am Ende seiner Abhandlung im Bd. XIII. S. 327. dieser Annalen, wo man überdiefs, S. 341, ein interessantes Analogon zu der von den Verfassern dieses Aufsatzes beobachteten Schwäche der Wärmeleitung, senkrecht gegen die Holzfasern, angeführt findet. *P.*

Digitized by Google

Namen der Hölzer.	Thermometerstände, nach Abzug der Lufttemperatur, in 0° C. Thermometer.					Quotienten aus der successiven Division des Standes des 1. Thermometers durch den der übrigen.				Stand des 2. Therm., den des 1. Therm. = 100° gesetzt. Aus den beob. Verhältnifs berechnet
	1stes.	2tes.	3tes.	4tes.	5tes.	1ster.	2ter.	3ter.	4ter.	
Weifsdorn (*Crataegus aria*) parallel den Fasern	83,0	45,0	21,2	9,2	4,4	1,84	2,1	2,3	2,1	54,28
Nufsbaum, dito dito	80,13	43,0	19,63	9,19	5,13	1,86	2,19	2,13	1,79	53,7
Eiche, dito dito	81,7	41,2	17,5	7,2	3,7	1,98	2,35	2,43	1,94	50,5
Tanne, dito dito	84,0	39,25	20,6	8,5	3,7	2,1	2,3	1,9	2,4	47,62
Pappel, dito dito	79,8	34,2	14,2	6,2	2,8	2,33	2,4	2,3	2,22	42,91
Nufsbaum, senkrecht gegen die Fasern	99,5	37,42	13,19	6,0	3,25	2,66	2,84	2,20	1,80	37,59
Eiche, dito dito	79,3	22,75	7,5	3,6	2,4	3,5	3,0	2,1	1,5	28,57
Tanne, dito dito	70,9	13,8	4,5	2,5	1,9	5,1	3,0	1,4	1,3	19,6
Kork, dito dito	78,5	13,75	3,44	1,56	1,0	5,7	3,9	2,2	1,56	17,5

Digitized by Google

V. *Ueber den Einfluſs der Dichte auf die specifische Wärme der Gase; von Hrn. P. Prevost.*

(*Annal. de chim. et de phys. XXXIX. p.* 194.)

Mit demselben Apparate, welcher von den HH, A. de la Rive und F. Marcet zur Bestimmung der specifischen Wärme der Gase angewandt worden ist, haben dieselben das Resultat erhalten, daſs, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, die specifische Wärme mit dem Drucke abnimmt, und zwar bei allen Gasen gleich stark nach einer Progression, die sehr wenig convergirt und in einem viel geringeren Verhältnisse als das der Drucke *).

Die Thatsachen, auf denen dieses Gesetz beruht, sind folgende. Wenn das Gas anfänglich die Temperatur 20° besitzt, und das Wasser, worin es untergetaucht ist, auf 30° erwärmt wird, so steigt die Temperatur dieses Gasvolumens, unter einem Drucke von 65 Centimetern, innerhalb 5 Minuten, um 6°,3 C., während sie dagegen in derselben Zeit nur 7°,3 C. zunimmt, wenn der Druck 25,8 Centimeter beträgt.

Diese Erwärmung zeigt mit denen, welche bei intermediären Drucken stattfinden, folgende Progression.

Drucke.		Erwärmungen in 5 Min.
65	Centimeter	6°,30 C. **)
59	-	6 ,55
48,7	-	6 ,90
37	-	7 ,01
25,8	-	7 ,30

Vermöge einer lobenswerthen Bescheidenheit überlassen sich die Verfasser keiner Vermuthung über die

*) *Annal. de chim. et de phys. Mai* 1827. (Dies. Ann. Bd. 86. S. 363.)

**) Die Grade sind durch die Expansivkraft des Gases gemessen.

Digitized by Google

Ursache dieser Erscheinung. Ich habe versucht, die Theorie vom impulsiven Wärmestoff hierauf anzuwenden *), und aus der Beziehung, welche sie zwischen den Moleculen eines Gases und deren gegenseitigen Abständen aufstellt **), scheint mir hervorzugehen, dafs die Erwärmung eines Gases, innerhalb einer gegebenen Zeit, sich umgekehrt wie die Kubikwurzel aus der Dichte verhalten müsse.

Ich bin daher veranlafst worden, diese einfache Formel auf den erwähnten Versuch anzuwenden.

Da der Versuch gezeigt hat, dafs, unter einem Druck von 65 Centimeter, die Erwärmung, welche eine Wärme von 30° innerhalb 5 Minuten auf ein Gas von 20° hervorbringt, 6°,3 C. beträgt, so findet sich die Erwärmung x, welche dasselbe Gas unter einem andern Druck p erleidet, durch die Proportion $\sqrt[3]{p} : \sqrt[3]{65} = 6°,3 : x$.

Hiedurch erhält man die folgende Tafel, in welcher jede Erwärmung aus der beim stärksten Drucke stattfindenden abgeleitet ist.

Versuche No.	Druck in $\frac{1}{100}$ Centimeter.	Erwärmung in 5 Min. in $\frac{1}{100}$° C.		Unterschied.	Verhältnifs der Unterschiede zu d. berechneten Grad.
		berechnet.	beobacht.		
1	650		360		
2	590	651	655	−4	0,006
3	487	694	690	+4	0,066
4	370	760	701	+59	0,077
5	258	858	730	+128	0,149

*) Nämlich so, wie ich sie in einer Abhandlung über die mechanische Constitution der elastischen Flüssigkeiten (Genf 1828), von der ein Auszug in die *Annal de chim. et de phys. Mai* 1828. eingerückt ist, aus einander gesetzt habe.

**) §. 37. der genannten Abhandlung (in der übrigens p. 20. Z. 5. statt *cette* zu lesen ist: *par le cube de cette*). — Ich habe in dieser Notiz alles fortgelassen, was voraussetzen würde, dafs man eine so neue Abhandlung gelesen, und eine bisher nur

Digitized by Google

Die zwei ersten (bei den beiden stärksten Drucken von 59 und 48,7 Centimeter stattfindenden) berechneten Erwärmungen, zeigen eine merkwürdige Uebereinstimmung zwischen der Rechnung und der Erfahrung. Die beiden letzten bezeugen, dafs eine fremde Ursache hinzugetreten ist, die, bei niederen Drucken, die Erwärmung des minder dichten Gases verzögert. Man erhält also vielleicht einen genaueren Vergleich, wenn man in jedem Verhältnisse für das feste Glied dasjenige substituirt, welches die Beobachtung bei dem unmittelbar vorhergehenden Drucke gegeben hat, z. B. bei No. 5. sagt:

$$\sqrt[3]{258}:\sqrt[3]{370}=701:x.$$

Durch diese Veränderung wird dann bei den beiden letzten Versuchen, auf welche sie allein von merklichem Einflufs ist, das Resultat folgendes:

Versuch No. I.	Druck.	Erwärmung.		Unterschied.	Verhältnifs d. Untersch. zu d. berechn. Grad.
		berechnet.	beobacht.		
4	370	756	701	+55	0,073
5	258	790	730	+60	0,076

Hier beträgt die Abweichung der Erwärmung noch nicht den 13. Theil der berechneten.

Die Versuche, welche wir so eben erörtert haben, bieten uns einen unerwarteten Vortheil dar. Sie sind mit demselben Apparate angestellt, mit dessen Andeutung wir uns in der vorhin erwähnten Abhandlung begnügt haben. Die einzige, obwohl ohne Zweifel wichtige, Verschiedenheit besteht in dem sinnreichen Verfahren, wodurch das von uns hypothetisch Angegebene verwirklicht worden ist. Es ist überflüssig hier an die übrigen, nicht zu unsern eignen Untersuchungen gehörenden, Anwendungen dieses Apparates zu erinnern, eben so wie

wenig bekannte und ohne Zweifel von der Mehrzahl der Physiker noch nicht angenommene Theorie zulässig gefunden habe.

Digitized by Google

es ohne Zweifel unnöthig ist zu sagen, dafs diese Untersuchungen mit dem Versuche zusammengetroffen sind, ohne ihn veranlafst zu haben.

VI. *Versuche über den Rotationsmagnetismus; von Hrn. Haldat zu Nancy.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XXXIX. p.* 232.)

Seitdem die, von den Physikern so oft befragte und so sorgfältig beobachtete, Magnetnadel, dem Hrn. Arago die mit dem Namen des *Bewegungs-* oder *Rotations-Magnetismus* belegten Erscheinungen dargeboten hat, sind mehrere Gelehrte bemüht gewesen, die Versuche, durch welche sie sichtbar gemacht werden, zu wiederholen. Ergriffen von der Wichtigkeit und Neuheit des Gegenstandes, haben sie dieselben vervielfältigt, um die Ursache von ihnen aufzufinden. Allein des Entdeckers Stillschweigen gegen uns *) läfst vermuthen, dafs derselbe die Aufgabe noch nicht für hinlänglich beleuchtet hält, um eine einwurfsfreie Theorie aufzustellen; und deshalb scheint mir der sicherste Weg, um dahin zu gelangen, der zu seyn, dafs man neue Thatsachen sammelt, und dabei die Umstände abändert, unter welchen magnetische Körper den Einflufs der Bewegung unmagnetischer Körper, und unmagnetische Körper den Einflufs der Bewegung magnetischer Körper erleiden. Bereits hat man sich überzeugt, dafs eine grofse Zahl von Körpern, und besonders die Metalle, bei ihrer Bewegung freischwebende Magnetnadeln mit fortzuführen vermögen, und dafs eben so

*) Nur die Schwierigkeit, mir von den verschiedenen Metallen vollkommen reine Platten zu verschaffen, hat mich bis jetzt gehindert, die lange Arbeit, welche ich über die Erscheinungen des Rotationsmagnetismus unternommen habe, zu vollenden. (Bemerkung des Hrn. Arago.)

Digitized by Google

Metallscheiben durch Magnetstäbe umgedreht werden können. Man hat gefunden, dafs die Metalle das Vermögen, die Nadel fortzuführen, nicht alle in gleichem Grade besitzen, dafs diese Erscheinungen hauptsächlich durch den Abstand und die Umdrehungsgeschwindigkeit bedingt werden, und dafs der Einflufs, den die Magnetnadel auf die rotirenden Scheiben ausübt, zu mehreren besonderen Kräften Anlafs giebt, auch: dafs die Zwischenstellung, selbst der dichtesten Körper, kein Hindernifs für die Grunderscheinung abgiebt. Scheint es hienach nun nicht, als bliebe über diesen Gegenstand keine Untersuchung zu machen übrig? Doch die Hauptfrage, was unmittelbar die Ursache der Erscheinung sey, ist sehr wenig untersucht worden, und daher habe ich geglaubt meine Blicke nach dieser Seite richten zu müssen.

Da die Scheibe die Magnetnadeln eben so in ihrer Bewegung fortführt, wie es ein Magnetstab thun würde, so zweifelt Niemand, dafs sie nicht während der Rotation einen wahren Magnetismus besitze oder wirklich magnetisirt sey. Aber woher bekommt sie diesen Magnetismus? Erhält sie ihn blofs durch die Rotation, oder verdankt sie ihn der Gegenwart der Magnetnadel? Hr. Gay-Lussac hat hierüber in seinen Vorlesungen einige Erläuterungen gegeben; er führt an, dafs eine Nadel von weichem Eisen unter dem Einflusse der rotirenden Scheibe unbeweglich bleibe, und er schliefst daraus, dafs die Scheibe durch die Rotation allein keinen Magnetismus erhalte. Dieser Schlufs ist ohne Zweifel folgerecht, setzt aber voraus, dafs man wisse, welches Minimum von magnetischer Kraft zum Auftreten des Einflusses der rotirenden Scheibe auf die Magnetnadel nöthig sey. Ich habe über diese Doppelfrage eine grofse Anzahl von Versuchen gemacht, und mich erstlich überzeugt, dafs selbst ungemein schwach magnetische Magnetnadeln noch einen Einflufs von den rotirenden Scheiben erleiden. Zu diesem Entzweck habe ich meine Magnetnadeln durch Berührung oder

Digitized by Google

selbst durch blofse Annäherung kleiner Magnetstäbe so schwach wie möglich magnetisirt, habe die magnetische Kraft durch Temperaturerhöhung geschwächt, und endlich blofse Drähte von ungeglühtem Eisen magnetisirt, die, da sie wenig Coërcitivkraft besitzen, allmählig an Kraft verlieren; und ich habe beobachtet, dafs die Einwirkung der rotirenden Scheiben auf diese schwachen Magnete nur dann verschwindet, wann letztere aufhören der Richtkraft der Erde zu gehorchen. Hienach kann man den Satz aufstellen, *dafs jede zweipolige Magnetnadel, welche eine Richtkraft besitzt, der Einwirkung rotirender Scheiben gehorcht, so lange als diese Kraft nicht Null geworden ist.*

Da demnach der Einfluſs der Scheiben auf die Magnetnadeln sich geradezu verhält wie die magnetische Kraft der letzteren, so erweist sich diese Kraft als die erste Quelle des Magnetismus der rotirenden Scheiben. Der erwähnte Versuch des Hrn. Gay-Lussac kommt dieser Meinung zu Hülfe. Indefs, da dieselbe voraussetzt, dafs jede und selbst die schwächste Magnetkraft sich den Körpern, welche fähig sind dieselben aufzunehmen und zu bewahren, mittheilt, so habe ich über die Mittheilung (*communication*) *) des Magnetismus eine grofse Zahl von Versuchen angestellt, und mich dabei überzeugt, dafs sehr schwache Magnete, wie Nadeln von 1,5 Decimeter Länge und 0,5 Millimeter Dicke, die kaum einige Gran von Feilspähnen weichen Eisens heben, dennoch Nadeln von gleichen Dimensionen einen merklichen Magnetismus mittheilen, und dafs selbst die kleinsten und schwächsten Magnetnadeln in mehr als hundert Mal so grofsen Magnetstäben noch sichtlich Spuren ihres Einflusses entwickeln.

Die Physiker, welche über die *Magnetisirung* oder

*) Das Wort Mittheilung ist hier wohl nur für Erregung oder Vertheilung gebraucht, denn eine wirkliche Mittheilung, eine Ueberführung, findet bekanntlich beim Magnetismus nicht statt. *P.*

Digitized by Google

die Kunst, Magnetismus mitzutheilen, geschrieben, haben vorzüglich zur Absicht gehabt, denselben in seiner gröfsten Stärke zu entwickeln, und deshalb nicht beachtet, mit welcher Leichtigkeit er sich in den Körpern entwickelt, wenn es nicht nur um einen schwachen Grad handelt. Die Reibung, bei welcher die Wirkung des Magneten auf die zu magnetisirenden Körper, wegen des Contactes, ihr Maximum erreicht, ist allgemein für die nothwendige Bedingung zur Magnetisirung gehalten; dennoch ist die von selbst erfolgende Magnetisirung der in der Luft aufgestellten Eisenstäbe dieser allgemein verbreiteten Meinung sehr zuwider; auch ist diese Eigenschaft in distans zu magnetisiren nicht blofs ein Vorrecht der Erde. Alle und selbst die schwächsten Magnetstäbe können auf Abstände von 10, 15, 20 und 25 Millimeter ihren Einflufs ausüben, und Nadeln von 2 Decimet. Länge und 0,5 Millimeter Dicke erhalten bei denselben Pole zwischen zwei Magnetstäben. Für solche Nadeln kann man selbst diesen Abstand noch vergröfsern, wenn man ihre Härtung vermindert; unausgeglühte Eisendrähte magnetisiren sich eben so und behalten die Pole auf mehrere Tage. Es mufs indefs bemerkt werden, dafs, wenn so schwache Grade von Magnetismus sichtbar werden sollen, die Nadeln möglichst beweglich aufgehängt werden müssen, z. B. mittelst eines einfachen Seidenfadens; auch wird ein solch schwacher Magnetismus so leicht entwickelt, dafs man die Eisen- oder Stahlnadeln mit besonderer Vorsicht dagegen schützen mufs, wenn man mitten zwischen magnetischen Apparaten arbeitet.

Da der Magnetismus sich mit so grofser Leichtigkeit mittheilt, so ist man aus diesen Thatsachen zu schliefsen berechtigt, dafs wenn die Scheiben blofs durch die Rotation magnetisch geworden wären, die über ihrer Oberfläche aufgehängten zwar unmagnetischen, aber magnetisirbaren, Nadeln eine Einwirkung erlitten haben würden. Um ihnen indefs mit gröfserem Rechte diese Eigenschaft

Digitized by

zu entziehen, habe ich die Magnetnadeln in unmittelbare Berührung mit diesen Scheiben gebracht, und sie, um die Entwicklung des Magnetismus zu begünstigen, in die Ebene des Meridians gestellt, ja sogar dieselben dem Einflusse von Magnetstäben ausgesetzt, ohne, dafs ich sie auf eine unzweideutige Art hätte magnetisiren können. Die Quelle des Magnetismus der Scheiben liegt also gänzlich in den über deren Oberfläche aufgehängten Magnetnadeln; wonach das magnetische Fluidum (um die gangbare Hypothese anzunehmen) sich über deren Oberfläche verbreitet, sich daselbst während der Rotation fixirt, auf die Magnete zurückwirkt und sie im Sinne der Drehung mit fortreifst. Da man diesem Systeme zufolge den Scheiben eine von der Rotation abhängige Art von Coërcitivkraft beilegen mufs, so habe ich gesucht dieselbe aufzufinden; allein, alle meine Untersuchungen waren vergeblich. Nadeln von gehärtetem Stahl oder hartgehämmertem Eisen, welche sich bei Annäherung oder Berührung eines kleinen Magnetstabes sehr merklich magnetisiren, erlangten nicht den schwächsten Grad von Magnetismus, als sie der Wirkung einer Scheibe ausgesetzt, ja selbst während ihrer schnellsten Rotation (9 Umläufe in der Secunde) mit derselben in Berührung gebracht wurden. Eben so unwirksam für die Entwicklung von Magnetismus in sehr kleinen Magnetnadeln blieb die Scheibe, als sie der Wirkung eines 15 Centimeter langen magnetischen Magazins, das ein Gewicht von 5 Hectogrammen zog, ausgesetzt wurde. Will man also noch annehmen, dafs das magnetische Fluidum an der Oberfläche der Scheiben angehäuft werde, so mufs man auch zugeben, dafs dieser Magnetismus sich in einem eigenthümlichen Zustande befinde, vermöge dessen er sich nicht mitzutheilen vermag, oder besser noch, dafs er schwächer sey, als der in allen mir zu Gebote stehenden Magnetstäben. Wie kann er aber dann so mächtig auf die Magnetnadeln

Digitized by Google

wirken und dieselben mit fortreifsen in die Bewegung der Scheiben?

Da die Erfolglosigkeit der Versuche, die Gegenwart des magnetischen Fluidums auf der Oberfläche der Scheiben nachzuweisen, dem Mangel an Coërcitivkraft zugeschrieben werden kann; so habe ich Scheiben angewandt, welche von der Natur mit dieser Eigenschaft begabt sind. Eine Scheibe von weichem Eisen zeigte, verglichen mit Kupferscheiben, keine andere Verschiedenheit, als dafs sie mit gröfserer Kraft wirkte. Als die Messingscheibe, welche auf einen gröfseren Abstand als 12 Millimeter nicht mehr wirkte, durch eine Eisenscheibe von gleichen Dimensionen ersetzt wurde, ward, bei gleicher Geschwindigkeit *), die Magnetnadel noch bei einem doppelten Abstand mit fortgerissen. Das stark gehämmerte Eisen, welches die Coërcitivkraft in schwachem Grade besitzt, verhielt sich wie das weiche Eisen, und zeigte keine Spur eines mittheilbaren Magnetismus; als ich aber darauf eine ein Millimeter dicke Scheibe von ungehärtetem Stahl anwandte, beobachtete ich zu meinem Erstaunen, dafs die Magnetnadel nicht, wie man es von der gröfseren Coërcitivkraft dieses Metalls erwarten konnte, dem Einflufs dieser Scheibe gehorchte, sondern sich vielmehr so widerspenstig zeigte, dafs sie nach einigen unregelmäfsigen Schwingungen sich unveränderlich nach Norden richtete. Das zweckmäfsigste Verfahren zur Wiederholung dieses Versuches besteht darin, dafs man die Magnetnadel an ihrem Aufhängefaden in die Höhe zieht, und, während die Scheibe sich mit Schnelligkeit umdreht, langsam wieder hinabläfst. Je gröfser die Schnelligkeit der Scheibe ist, desto unveränderlicher ist die Richtung der Magnetnadel. Diese sehr merkwürdige Thatsache hat, wie man

*) Wenn man Eisen- oder Stahlscheiben anwendet, mufs man die Magnetnadel oder den Magnetstab nicht von einem Papierbügel tragen lassen, sondern von einer Kupferhülse, die mit einem 5 Decimeter langen Haken versehen ist.

Digitized by Google

mir gesagt, dem Entdecker des Rotationsmagnetismus zweifelhaft geschienen *); allein sie ist unbestritten wahr, und welche Abänderung sie auch in der Theorie des Rotationsmagnetismus, hinsichtlich der Kraft, vermöge welcher die Magnetnadeln von den Scheiben fortgerissen werden, herbeiführen mag, so steht doch diese Kraft, die man *Ziehkraft* (*force d'entraînement*) nennen könnte, in umgekehrtem Verhältnisse zu der Coërcitivkraft. Dadurch, dafs ich meine Versuche über die Coërcitivkraft der Metalle und besonders des Eisens abänderte, wurde ich auf die Entdeckung von magnetischen Figuren geführt, die den elektrischen von Lichtenberg ähnlich sind, und Gegenstand einer andern Abhandlung ausmachen, deren Hauptthatsachen der Königlichen Gesellschaft zu Nancy mitgetheilt sind.

Mittelst der Methode, bei der man die Magnetnadel schwingen läfst, ist es nicht möglich mit einiger Genauigkeit auszumitteln, welchen Einflufs die Scheiben vermöge ihrer Masse ausüben, und welchen vermöge ihrer Coërcitivkraft. Wenn man aber von den Resultaten der Rotation Gebrauch machen will, kann man die Wirkung nicht auf eine blofse Flächenkraft reduciren; denn Scheiben von gleicher Natur und gleicher Oberfläche, aber von verschiedener Masse, zeigen zu verschiedene Resultate, als dafs man den Einflufs der Quantität der Materie verkennen könnte. Derjenige, welcher von der Entfernung zwischen den Scheiben und Nadeln abhängt, und im *Bulletin des Sciences* von Hrn. Saigey ausgemittelt worden ist, ist nur in sofern, als ich seine Gränze kennen

*) Diefs ist nicht ganz richtig. Ich hatte das von Hrn. Haldat beschriebene Phänomen an Platten wahrgenommen, welche der Künstler als *Platten von Eisenblech* bezeichnet hatte. Bei näherer Untersuchung fand sich, dafs man mir aus Versehen *Stahlblech* gebracht hatte. Uebrigens ist es Hr. Haldat, der diese Beobachtung bekannt macht, und dem allein die Ehre derselben zukommt. (Bemerkung des Hrn. Arago.)

Digitized by Google

nen lernen wollte, ein Gegenstand meiner Untersuchungen gewesen. Ich habe gefunden, dafs diese Entfernung, welche man auf eine sonderbare Weise abgesteckt hat, durch gehörige Wahl der Metallscheiben, unter denen die von weichen Eisen obenanzustellen sind, durch Erhöhung des Magnetismus der Nadeln und durch Verringerung ihrer Masse, vermehrt werden kann. Hiezu nahm ich statt der Magnetstäbe kleine 10 bis 12 Centimet. lange und 6 Millimeter breite Bündel, bestehend aus 6 Stücken von Uhrfedern, welche auf einander gelegt, mit Seide zusammengebunden, und hiedurch an eine kleine, mit einem 4 Decimeter langen Haken versehene, kupferne Hülse befestigt worden waren. Endlich verstärkt man die Intensität der Einwirkung, wenn man den Einfluſs der Erde durch Magnetstäbe neutralisirt. Durch den Verein dieser Mittel konnte ich die Gränze der Einwirkung bis auf 4 Centimeter erweitern, und durch die im folgenden Absatze angezeigte Methode kann man sie noch mehr zurückschieben.

Der Einfluſs, den die Geschwindigkeit der Scheibe auf die Ziehkraft ausübt, läſst sich nicht verkennen, und es ist gewiſs, dafs man, bei demselben Metalle und einer gegebenen Entfernung, die Nadel nur dadurch zu einer vollständigen Rotation bringen kann, dafs man die Geschwindigkeit bis zu einem gewissen Grade beschleunigt; allein es ist nicht weniger gewiſs, dafs eine continuirliche Rotation nicht das wirksamste Mittel ist, um die Nadel aus der Ruhe zu reiſsen, in welcher sie durch die vereinte Wirkung der Schwere und der Richtkraft des Erdmagnetismus gehalten wird. Die Erfahrung hat mir gezeigt, dafs man weit stärker auf die Nadel wirkt, wenn man die Scheibe hin und her dreht, jedoch auf solche Weise, dafs beide Bewegungen in gleicher Richtung geschehen, gleichzeitig anfangen und endigen. Die hiedurch erregten Schwingungen der Nadeln wachsen bis zu 180°, und gehen dann, wenn man die Geschwindigkeit der Scheibe

Digitized by Google

nur im geringsten beschleunigt, in eine vollständige Rotationsbewegung über. Durch diefs Verfahren macht man die Wirkung noch sichtlicher, und den Abstand, innerhalb dessen sie sichtbar wird, noch gröfser; ja man kann noch den Einflufs gewisser Scheiben merklich machen, der auf anderm Wege ganz unwahrnehmbar wäre. Zu dem Ende versetzt man die Nadel in eine geringe Oscillation, läfst darauf die Scheibe nach gleicher Richtung gehen, und beobachtet, ob bei einer Bewegung, die in Richtung der Bewegung der Nadel entgegengesetzt ist, die Amplitude der Schwingung zu- oder abnimmt.

Hr. Arago hat beobachtet, dafs die Scheiben, durch Aufhebung der Continuität ihrer Masse, an Wirkung verlieren, und diese Thatsache ist allgemein anerkannt. Wie ist sie aber mit einem Versuche zu vereinbaren, in welchem ich die Nadeln dadurch zu starken Oscillationen und selbst zu continuirlichen Rotationen brachte, dafs ich an den Rotationsapparate ein 15 Centimeter langes, 5 Centimet. breites und 8 Millimet. dickes Messingprisma befestigt hatte, da man dieses während seiner Bewegung als eine Scheibe von grofser Discontinuität betrachten konnte.

Bei den Versuchen, welche man über den Rotationsmagnetismus bekannt gemacht hat, hat man sich im Allgemeinen begnügt, den Nadeln zweierlei Richtungen gegen die Ebene der Scheibe zu geben, nämlich die parallele und die senkrechte. Ich habe diese Richtungen auf alle mögliche Weisen abgeändert, sowohl eine einzige Nadel angewandt, als auch mehrere in demselben Apparat vereinigt, und dabei die Pole, parallel der Fläche der Scheibe, entweder in gleiche oder in entgegengesetzte Lage gebracht. Eine Nadel, deren gekrümmte Enden schief oder senkrecht gegen die Fläche der Scheibe gestellt werden, gehorcht dem Einflusse dieser Scheibe eben so, als eine andere, deren Theile der Scheibe parallel liegen. Zwei Nadeln befestigt an einen Hebel, der

Digitized by Google

an einem Faden über dem Mittelpunkt der Scheibe aufgehängt ist, werden in deren Bewegung mit fortgerissen, es mögen dieselben schief oder senkrecht gegen die Scheibe stehen, die gleichnamigen oder ungleichnamigen Pole gleichzeitig den Enden des nämlichen Diameters der Scheibe entsprechen. Sehr kleine Nadeln, welche frei an den Enden desselben Hebels hängen, werden gleichfalls mit fortgeführt, auch wenn man ihnen sonst eine beliebige Lage giebt. Nachdem ich so die Stellung der Nadeln mannichfach geändert hatte, veränderte ich die der Scheibe; ich liefs sie in verticalen Ebenen, parallel und senkrecht gegen den Meridian, rotiren, stellte die Nadeln horizontal gegen dieselbe auf, und beobachtete, dafs sie, mit welchem Pole sie auch der Scheibe zugewandt seyn mochten, in deren Bewegung mit fortgerissen wurden, sobald die Aufhängungsart dieses zuliefs. Aus diesen Thatsachen schliefsen wir, *dafs die Erscheinungen des Rotationsmagnetismus allemal stattfinden, welche Richtung der magnetische Strom gegen die der Bewegung der Scheibe auch haben mag.* Diejenigen Physiker, welche etwa gegenwärtig dem Aether seine lang verdunkelte Celebrität wieder geben wollen, werden vielleicht in diesen Thatsachen günstige Argumente für ihre Meinung finden. Sie werden denken, dafs das magnetische Fluidum, wie auch seine Richtung seyn mag, von dem in die Bewegung der Scheibe hineingezogenen universellen Fluidum gestofsen werde, und dafs diefs die Ursache der beobachteten Erscheinungen sey. Da wir mit sehr schwachen Magnetstäben noch merkbare Erscheinungen erhalten haben, so würde man schliefsen müssen, dafs das eine Fluidum dem andern einen grofsen Widerstand entgegenstellte; ein Schlufs, der wenig mit den Thatsachen übereinstimmt.

Der mächtige Einfluſs, den die Wärme auf die Coërcitivkraft und die Erscheinungen des gewöhnlichen Magnetismus ausübt, mufste meine Neugierde in Bezug auf die

Digitized by Google

Erscheinungen des Rotationsmagnetismus rege machen. Um in dieser Hinsicht die Natur zu befragen, versah ich meinen Apparat mit einem dreiarmigen Träger, mittelst dessen ich die Eisen- und Messingscheiben unter derselben Nadel, welche zu den meisten meiner früheren Versuche gedient hatte, in Bewegung setzte; indefs, obgleich ich bei verschiedenen, selbst bis zur Rothgluth gehenden, Temperaturen arbeitete, konnte ich zwischen der Wirkung, welche die Scheiben glühend und in gewöhnlicher Temperatur ausübten, keinen Unterschied bemerken. Diese, dem Anscheine nach sehr leichten Versuche zeigen übrigens Schwierigkeiten, deren gänzliche Besiegung ich mich nicht rühmen darf, und aus denen Unfälle entstehen, welche die Antworten der Natur leicht entstellen können. Diefs hat in mir den Wunsch erregt, die Versuche mit dickeren Scheiben zu wiederholen, da diese geeigneter sind, ihre Temperatur während der Dauer des Versuchs zu behalten; besonders wünsche ich sie mit Stahlscheiben zu wiederholen, die, wenn ihre Coërcitivkraft durch das Glühen geändert ist, gleiche Erscheinungen wie die Eisenscheiben darbieten müssen.

VII. *Untersuchungen über die Verbindungen des Jods mit Arsenik; von Hrn. Plisson,*

(Auszug aus den *Annal. de chim. et de phys. T. XXXIX. p.* 265.)

Das Arsenikjodür, welches die HH. Serullas und Hottot durch Destillation eines Gemenges von Jod und überschüssigem Arsenik bereitet haben, kann man, wie das Eisenjodür, nach Hrn. Plisson, auch auf nassem Wege erhalten. Derselbe giebt dazu folgende Vorschrift. Man koche 100 Gran Jod und 30 Gran feingepülverten Arseniks mit einem Liter Wasser, so lange bis die Flüssigkeit eine gelbe Farbe angenommen hat und nicht mehr

Digitized by Google

riecht, was das Kennzeichen der zu Stande gekommenen Verbindung ist. Man filtrire sodann die Flüssigkeit noch heifs durch ein mit Chlorwasserstoffsäure ausgewaschenes Filtrum, und dampfe sie ab. Es scheidet sich dann eine Menge ziemlich lebhaft rother Krystalle aus, die man hernach durch gelindes Schmelzen völlig von allem Wasser befreien kann. Bei dem Verdunsten der Lösung riechen übrigens die Dämpfe stechend; diefs rührt nach Hrn. P. daher, dafs sich dabei eine geringe Menge des Arsenikjodürs, und zwar unzersetzt, verflüchtigt.

Nach beiden Methoden bereitet, ist das Arsenikjodür ziegelroth, ohne Geruch und von krystallinischem Bruch. In einem verschlossenen Gefäfse erhitzt, wird es flüssig und dampfförmig, und beim Erkalten erstarrt es wieder meist unzersetzt, indem nur ein sehr kleiner Theil in metallisches Arsenik und Jod zerfallen ist. Auf glühende Kohlen geschüttet, giebt es dicke gelbe Dämpfe von Arsenikjodür, und überdiefs Jod- und Arsenikdämpfe, welche letztere sich an der Luft oxydiren.

Mit Wasser behandelt giebt es zu verschiedenen Erscheinungen Anlafs. Von kaltem Wasser wird es sichtlich zersetzt, denn wenn man es mit weniger als zu seiner Lösung erforderlich ist übergiefst, bilden sich ein lösliches saures und ein unlösliches basisches jodwasserstoffsaures Salz.

Nimmt man aber so viel kaltes Wasser als zur vollständigen Lösung erfordert wird, so erhält man eine gelbe Flüssigkeit, die, nach Hrn. Plisson, das Jodür als neutrales jodwasserstoffsaures Salz enthält, und, was derselbe der geringen Sättigungskraft des Arsenikoxyds zuschreibt, die Lackmustinctur schwach violett färbt. Bei freiwilliger Verdampfung dieser Flüssigkeit zersetzt sich das neutrale Salz, wenn das Wasser nicht mehr zu dessen Lösung hinreicht, in ein saures und ein basisches Salz, und, durch die Einwirkung der Luft auf die Jodwasserstoffsäure, bilden sich Wasser und Jod.

Digitized by

Dafs übrigens die noch unzersetzte Flüssigkeit kein blofses Gemenge von arseniger Säure und Jodwasserstoffsäure enthalte, wie einige Personen in Paris geglaubt haben, sieht Hr. Plisson durch folgende Thatsachen als bewiesen an. 1) Wenn man die Flüssigkeit in stets gleicher Concentration erhält und eine unnöthige Benetzung der Ränder des Gefäfses verhütet, so haucht sie an der Luft weder einen Jodgeruch noch Amylum bläuende Dämpfe aus, noch büfst sie ihre gelbe Farbe ein. 2) Setzt man dagegen Chlorwasserstoffsäure hinzu, so wird, nach 36 Stunden, die Farbe immer dunkler, Kleister über dem Gefäfse bläuet sich, und nach einigen Tagen kommt Jodgeruch zum Vorschein. 3) Die Flüssigkeit ist nicht farblos, wie sie es in der genannten Voraussetzung seyn müfste, sondern gelb.

Löst man das Jodür durch Erwärmung in Wasser auf, so geht dasselbe zwar in neutrales jodwasserstoffsaures Salz über, allein beim Erkalten setzt sich ein basisches jodwasserstoffsaures Salz in schönen Schuppen ab, während ein saures gelöst bleibt.

Das neutrale jodwasserstoffsaure Arsenikoxyd kann eine grofse Menge Jod aufnehmen. Das dadurch entstandene jodhaltige jodwasserstoffsaure Salz wird von Schwefel- und Salpetersäure, unter Abscheidung von Jod, und vom Schwefelwasserstoff, unter Bildung von Schwefelarsenik, zersetzt, natürlich immer unter gleichzeitiger Erzeugung von Wasser.

Diefs Salz fällt essigsaures Bleioxyd gelb, salpetersaures Wismuthoxyd braun, schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak grün, salpetersaures Quecksilberoxydul gelb, und das entsprechende Oxydsalz roth. Alkalien entfärben es. Von kaustischem Kali wird es kaum getrübt, von Ammoniak ebenfalls nicht, wenn es in grofsem Ueberschufs angewandt wird; allein in geringer Menge bewirkt dieses einen reichlichen Niederschlag, dessen Menge sich beträchtlich vermehrt, wenn man zuvor Chlorcalcium hin-

Digitized by Google

zugesetzt hat. Diese Niederschläge enthalten kein Jod, sondern Arsenik als weifses Oxyd. Das Chlorcalcium ist ohne Wirkung auf die Lösung des neutralen jodwasserstoffsauren Arsenikoxyds; und nach Ruhland giebt diese, auf Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd, einen schwefelgelben Niederschlag von arsenichtsaurem Silberoxyd.

Die Zusammensetzung des Arsenikjodürs ergiebt sich, wie Hr. Plisson bemerkt, aus seinem Verhalten zu Wasser. Da es nämlich von diesem in Jodwasserstoffsäure und arseniger Säure zerlegt wird, so mufs es der Formel: AJ^3 *) gemäfs zusammengesetzt seyn. Hr. P. hat dieses Resultat durch eine directe Analyse bestätigt. Er behandelte nämlich 2 Gran des auf nassem Wege bereiteten Jodürs mit verdünnter Salpetersäure, und erhielt, nach einem Mittel aus drei Versuchen, 0,5 Grm. Arseniksäure. Hienach würde der Jodür in Hundert bestehen aus 16,4 Arsenik und 83,6 Jod, was ziemlich mit der Formel übereinstimmt. Das auf trocknem Wege bereitete Jodür gab weniger Arsenik, und zwar desto weniger, je öfter es sublimirt worden war, woraus Hr. P. den Schlufs zieht, dafs es bei der Sublimation zum Theil zersetzt wurde.

Basisch jodwasserstoffsaures Arsenikoxyd. Diefs Salz erhält man durch langsames Erkalten einer in der Hitze gesättigten Lösung des neutralen Salzes, als grofse Schuppen von sehr schönem Glanze, die, wenn sie auch einen Monat lang im Vacuo über Chlorcalcium getrocknet worden sind, bei gelinder Erhitzung Wasser ausgeben und sich gelb färben. Verstärkt man die Hitze zweckmäfsig, so zerfallen sie in neutrales Jodür, welches sich

*) Substituirt man darin die von Berzelius bestimmten Werthe der Atomengewichte des Arseniks und Jods, so ergiebt sich die Zusammensetzung dieses Jodürs in Hundert folgendermafsen: 16,565 Arsenik und 83,435 Jod; von welchem Verhältnisse die Zahlen des Hrn. Plisson nur wenig abweichen. *P.*

Digitized by

sublimirt, und in Arsenikoxyd, von dem ein Theil mit fortgerissen wird, das meiste aber in der Retorte zurückbleibt. Durch Beimengung einer sehr geringen Menge metallischen Arseniks ist dieses etwas grau. Bei einer noch höheren Temperatur verflüchtigt sich Alles. Das basische jodwasserstoffsaure Arsenikoxyd ist löslicher in heifsem als in kaltem Wasser. Durch jede Krystallisation verliert es an Säure, doch kann man sie ihm hiedurch nicht ganz entziehen; die Mutterlaugen enthalten, wie die HH. Serullas und Hottot gezeigt haben, nur wenig Oxyd, aber dagegen freie Jodwasserstoffsäure, die sich durch Destillation abscheiden läfst. Diefs beweist, sagt Hr. Plisson, dafs die Krystalle einen Ueberschufs von Arsenikoxyd enthalten, und ihre Zusammensetzung niemals einem festen Verhältnisse entspricht. Gegen Salpeter-, Schwefel- und Schwefelwasserstoffsäure verhält sich übrigens die Lösung desselben, wie die des neutralen Salzes.

Krystallisation des Jods. Im Laufe der vorhergehenden Untersuchungen habe ich, sagt Hr. Plisson, Gelegenheit gehabt darzuthun, dafs das Jod in scharfen Octaëdern und in Rhomboëdern krystallisirt, und dafs man es unter beiden Formen erhält, wenn man jodhaltige Jodwasserstoffsäure an der Luft stehen läfst *). Ich habe auch bemerkt, dafs sich das Jod in Gestalt von Rhomboëdern an den oberen Theil der Flaschen anlegt, in denen man das neutrale oder jodhaltige Arsenikjodür aufbewahrt.

*) Dafs das Jod in Octaëdern und zwar in Rhombenoctaëdern, deren Axen sich nahe wie 2:3:4 verhalten, krystallisirt, hat bekanntlich schon Wollaston beobachtet (*Annal. of Phil.* 1815. *T. V. p.* 238.). Dafs es aber auch in Rhomboëdern anschiefsen könne, wäre eine neue Thatsache, wenn Hr. Plisson es gehörig erwiesen hätte; so aber ist diese Angabe sehr zweifelhaft. Eine schärfere Bestimmung der Grundform und der secundären Flächen der Jodkrystalle wird künftig den Lesern in diesen Annalen mitgetheilt werden. *P.*

Digitized by Google

VIII. *Ueber die Darstellung des Broms aus der Mutterlauge der Schönebecker Saline.*

Die gegenwärtigen Zeilen sind veranlafst durch eine Bemerkung des Hrn. Löwig, in Buchner's *Repertorium für die Pharmacie*, Bd. 29. S. 261., durch welche derselbe, wie es scheint, zu beweisen sucht, dafs die von Hrn. Administrator Hermann in Bd. 89. S. 175. dies. Annal. angegebenen Methode zur Abscheidung des Broms aus der Schönebecker Soole unthunlich sey. Hr. Hermann sagt nämlich, dafs die bromwasserstoffsaure Magnesia, in welcher Verbindung sich das Brom wahrscheinlich in jener Soole befinde, durch Schwefelsäure nicht zerlegt werde, und nur erst dann, wenn Braunstein zugesetzt worden und sich Chlor gebildet habe, die Scheidung erfolge, dafs man daher nur die in der Mutterlauge befindlichen Salze durch Schwefelsäure zu zerlegen, die Salzsäure abzudestilliren und die neugebildeten schwefelsauren Salze durch Krystallisation auszuscheiden brauche, um eine Lauge zu bekommen, die viel Brom enthalte. Hr. Löwig beweist dagegen durch Versuche, dafs sowohl eine concentrirte Lösung von reiner bromwasserstoffsaurer Magnesia, als auch die Mutterlauge aus der Saline zu *Kreuznach* durch Destillation mit Schwefelsäure zerlegt werde und Bromwasserstoffsäure in bedeutender Menge zum Destillate gebe.

Es ist klar, dafs es sich, in Bezug auf die Darstellung des Broms, nur darum handelt, ob, bei zweckmäfsiger Destillation der in der Soole befindlichen Salze mit Schwefelsäure, der gröfsere Theil der Bromwasserstoffsäure in dem Destillationsgefäfse zurückbleibe. Dafs diefs wirklich der Fall seyn könne, geht wohl unwiderleglich daraus hervor, dafs Hr. Administrator Hermann wirklich alles Brom, welches er seit länger als anderthalb

Digitized by

Jahr in nicht unbedeutender Menge in den Handel bringt, auf diesem Wege dargestellt hat. Zum ferneren Beweise der Anwendbarkeit seiner Methode hat mir Hr. Administrator Hermann das nachstehende Resultat eines eigends dazu angestellten Versuches übersandt.

»*a*) 20 Pfund sehr concentrirter Mutterlauge der hiesigen Saline wurden in einer Retorte mit 20 Pfund Schwefelsäure, welche ein specif. Gewicht von ungefähr 1,520 hatte, gemischt, und etwa 15 Pfd. Salzsäure abdestillirt.

b) Die so erhaltene Salzsäure wurde mit Kalk gesättigt, und der erzeugte salzsaure Kalk durch schwefelsaures Natron zersetzt. Die vom Gyps abfiltrirte Lauge wurde so viel als möglich eingekocht, und die übriggebliebene Lauge mit Manganhyperoxyd und etwas Schwefelsäure erhitzt. *Es entwickelte sich nur Chlor.*

c) Die in der Retorte gebliebene Flüssigkeit, welche einen grofsen Ueberschufs von Schwefelsäure enthielt, wurde mit kohlensaurer Magnesia gesättigt, und das gebildete Bittersalz durch Krystallisation abgeschieden. Die dabei übrigbleibende Mutterlauge wurde wie das Destillat in *b* behandelt, und *es zeigte sich sogleich ein bedeutender Gehalt an Brom.*«

So weit ich, ohne selbst Versuche angestellt zu haben, diesen Gegenstand beurtheilen kann, scheint mir, als beruhe diefs Verfahren darauf, dafs die Chlorwasserstoffsäure flüchtiger ist als die Bromwasserstoffsäure, und ich glaube daher auch, dafs die Producte der Destillation je nach der Temperatur, bei welcher sie erhalten werden, verschieden ausfallen können.

P.

Digitized by Google

IX. *Ueber die Nordlichter am Bärensee; vom Dr. John Richardson.*

(Ein im *Edinb. new philosoph. Journ.*, *No.* 10. *p.* 241., mitgetheilter Auszug aus dem Werke, worin die HH. Franklin und Richardson die Resultate ihrer letzten Reise zur Erforschung der Nordküste von Amerika niedergelegt haben.)

Die Resultate der Beobachtungen, welche auf der gegenwärtigen Expedition über das Nordlicht angestellt wurden, stimmen mit den Bemerkungen, die ich ausführlich im Anhange zu meiner früheren Reisebeschreibung angegeben habe, überein, und deshalb begnüge ich mich, einige wenige Ergebnisse aus unseren am Bärensee geführten Tagebüchern kürzlich mitzutheilen.

Die Beobachtungen wurden ohne Unterbrechung in sechs auf einander folgenden Monaten, in den Jahren 1825—1826, und 1826—1827, angestellt.

Die von mir in meinem früheren Reiseberichte ausgesprochene Meinung, dafs die verschiedene Lage der Nordlichter von beträchtlichem Einflufs auf die Richtung der Magnetnadel sey, hat sich während unseres Aufenthaltes am Bärensee wiederholentlich bestätigt. Eine sorgfältige Durchsicht der über das Erscheinen der Nordlichter gehaltenen Register, hat mich zu folgenden allgemeinen Schlüssen geführt.

1) Bei glänzendem und lebhaftem Flimmern (*corruscations*) bewirken die Nordlichter fast beständig eine Ablenkung der Magnetnadel, sobald sie durch eine neblige Atmosphäre erscheinen, und sich in den Lichtsäulen oder Bögen prismatische Farben zeigen. Ist dagegen die Atmosphäre hell, und zeigt das Nordlicht ein ruhiges dichtes Licht von gelber Farbe, ohne Bewegung, so erleidet die Magnetnadel oft keine Einwirkung.

Digitized by

2) Gewöhnlich sind die Nordlichter am lebhaftesten, wenn sie scheinen aus einer Wolke nahe an der Erde hervorgegangen zu seyn.

3) Wenn die Nordlichter sehr lebhaft sind, ist gewöhnlich um die Strahlen herum ein Nebel sichtbar, obgleich die übrigen Theile des Himmels frei von Nebel oder Wolken sind.

4) Das dem Nordlicht zugewandte Ende der Nadel wird nach dem Punkte hingezogen, von welchem die Bewegung des Meteors ausgeht, und die Ablenkungen sind desto gröfser, je rascher die Bewegung ist. Die Wirkung ist dabei dieselbe, die Bewegung mag sich in einem niedrigen oder in einem durch das Zenith gehenden Bogen fortpflanzen.

5) Eine niedrige Temperatur scheint für die Entstehung eines glänzenden und lebhaften Flimmerns günstig zu seyn, denn selten sahen wir das Nordlicht sehr in Bewegung oder prismatische Farben annehmen, wenn die Temperatur über Null war.

6) Das Flimmern war zwischen dem ersten Viertel und dem Vollmond seltner sichtbar, als in einer andern Periode des Mondlaufs, dagegen war es am häufigsten zwischen dem letzten Viertel und dem Neumond *).

7) Von 1825 bis 1826 wurden 343 Nordlichter am Bärensee beobachtet, ohne dafs man dabei irgend ein Geräusch gehört hätte.

8) Die Höhe der Nordlichter wurde nicht durch Messungen bestimmt; da wir aber zu mehreren Malen sahen, dafs sie die untere Fläche von dichten Wolken erleuchteten, so konnte ihre Höhe nicht sehr grofs seyn.

*) Die Zahl der in diesen Perioden, vom October 1825 bis zum April 1826, gesehenen Nordlichter verhielten sich wie 38:125. Da, zwischen dem ersten Viertel und dem Vollmond, der Mondschein zu den Stunden, wo wir besonders auf die Nordlichter ausgingen, sehr stark war, so erklärt sich vielleicht hieraus, weshalb wir dieselben während dieser Periode nicht so häufig bemerkten.

Digitized by Google

Als ich und Hr. Kendall im Frühjahr 1826 unsere Excursionen um den Bärensee machten, sah ich am 23. April bei unbewölktem Himmel ein sehr glänzendes und lebhaftes Nordlicht mit prismatischen Farben, während Herr Kendall, welcher nur 20 (engl.) Meilen von mir entfernt war, nichts von Flimmern bemerkte, obgleich er, unserer Uebereinkunft gemäfs, eigends danach gesehen hatte.

9) Auf das Goldblatt-Electrometer, welches in unserem Observatorium gehalten wurde, hatte das Erscheinen eines Nordlichts niemals einen Einfluſs.

10) Vier Male bemerkten wir das Flimmern des Nordlichts sehr deutlich vor dem Verschwinden des Tageslichts, und oft sahen wir am Tage die Wolken in eben den Säulen und Bogen liegen, welche das Nordlicht annimmt.

Die oben ausgesprochenen Meinungen stehen im Widerspruche mit den Schlüssen, welche die HH. Parry und Foster aus ihren Beobachtungen zu Port Bowen gezogen haben. Diese Officiere sagen nämlich, daſs die Nordlichter keinen Einfluſs auf die Bewegung der Magnetnadel ausüben; allein der Widerspruch erklärt sich vielleicht dadurch, daſs die Stärke und Höhe der Nordlichter an beiden Orten verschieden war. Ich habe behauptet, daſs die Nadel am meisten ergriffen wird, wenn die Nordlichter sehr lebhaft sind und prismatische Farben entwickeln. Die Capitaine Parry und Foster haben mir erzählt, daſs die zu Port Bowen gesehenen Nordlichter gewöhnlich eine geringe Höhe hatten, nicht viel Bewegung in ihren Theilen besaſsen und niemals die lebhaften prismatischen Farben oder die rasch aufschieſsenden Lichtsäulen zeigten, welche in unsern zu Fort Entreprise und Fort Franklin geführten Tagebüchern so häufig aufgezeichnet wurden. An beiden Orten sahen wir die Strahlen (*corruscations*) eben so oft das Zenith durchkreuzen, als in jeder andern Höhe sich bewegen, und so rasch und dabei so mannichfaltig gestaltet, daſs jede Beschreibung derselben unmöglich würde.

Digitized by Google

Aus der Verschiedenheit im Ansehen und in der Lebhaftigkeit der Nordlichter zu Port Bowen mit denen zu Fort Entreprise und Fort Franklin läfst sich der Schlufs ziehen, dafs der Parallelkreis von 65° N. günstiger ist für die Beobachtung dieses Meteores und seines Einflusses auf die Magnetnadel, als eine höhere nördliche Breite.

X. *Ueber die Nordlichter in Finnmarken; von M. Keilhau.*

(Aus einem Briefe desselben an den Prof. Hansteen.)

Talvig, am 11. April 1828.

— Hinsichtlich der Nordlichter hatte mein Winterquartier, am Fufse eines hohen Gebirges im Westen und Norden, eine etwas ungünstige Lage. Das erste Nordlicht sah ich auf der Reise hieher von Hammerfest am 28. und 29. Sept. 1827, das letzte, bis gegenwärtigen Augenblick, am 23. März 1828, das gröfste und schönste mit prachtvollen Farben, am 1. Decemb. 1827 von 7 bis 10 Uhr Abends. Sonst waren nur 4 bis 5 mit prismatischen Farben sichtbar. An allen Nordlichtern, die ich zu sehen Gelegenheit hatte, war ein gewisser allgemeiner Typus nicht zu verkennen. Ein jedes, in so fern es vom Anfange bis zu Ende beobachtet werden konnte, schien mir regelmäfsig drei verschiedene Stadien zu durchlaufen. Im ersten bildete sich aus einer oder mehreren am nördlichen Horizonte entstandenen chaotischen Lichtmassen ein flacher Bogen von 20° bis 30° Höhe, der mit seinem östlichen Schenkel ungefähr in NNO. hinter das Gebirge trat, während sein westlicher ungefähr NNW. durch den von meinem Quartiere aus um 20° erhobenen Bergrücken verdeckt wurde. Der höchste Punkt des Bogens

Digitized by Google

schien, wenigstens nicht immer, im magnetischen Meridian zu liegen, sondern etwas mehr nordwärts. Einige Mal war der Bogen so hoch gestiegen, dafs sein östlicher Theil ganz sichtbar wurde. Hier zeigte sich nun der Schenkel stark in einer elliptischen Curve zurückgebogen, und aus dem schwächeren Lichte des umgebogenen unteren Theils schien es, als habe sich dieser mehr entfernt, so dafs sich die Vorstellung aufdrängte, der Bogen gehöre zu einem über der Erde schwebenden, etwa um 30° bis 40° gegen Norden geneigten Ringe. Der innere Rand des Bogens war besonders sehr scharf begränzt, der Bogen selbst etwa 2 bis 3° breit. Die Luft besafs an beiden Rändern gleiche Klarheit und Bläue. Das von Mehreren bemerkte dunkle Segment unter dem Bogen sah ich nie. In dieser seiner gröfsten Vollkommenheit beharrte das Phänomen selten länger als eine Viertelstunde. Dann fing der Bogen an sich auszudehnen, und es bildeten sich gewöhnlich über oder unter demselben noch ein oder zwei mit dem ersten concentrische Bögen. Indefs war das Licht die ganze Zeit sehr ruhig und gewöhnlich von gelber Farbe gewesen. Wiewohl es oft sehr intensiv war, blinkten doch noch Sterne dritter Gröfse hindurch. Nun begann das zweite Stadium, welches besonders durch mehr oder weniger heftige Bewegungen und bisweilen durch prismatische Farben charakterisirt war. Der Bogen oder die Bögen dehnten sich aus, bewegten sich schlangenartig, und theilten sich in mehrere Stücke. Nun traten die prismatischen Farben auf, unten grün, oben purpurfarben. Hatte sich die Lichtschlange bis zum Zenith ausgedehnt, so schienen alle Farben regellos durcheinander zu wogen. Nun begannen, indem die Schlange sich zertheilte, kurze Strahlenbüschel nach und nach sich aus der compacten Lichtmasse zu entwikkeln, sich von dieser auszubiegen und darüber als mehr oder weniger zusammenhängende Flammen aufzurichten. Einmal wären sie purpurfarben, sonst immer gelb. So

Digitized by Google

wie die Schlange sich immer mehr zersplitterte, wuchsen sie höher, und bald sah man entweder blofs lange Lichtsäulen oder andere noch unregelmäfsigere Lichtmassen am nördlichen Himmel, oder höchstens noch einzelne Gruppen von Strahlen, auf einer gemeinschaftlichen Grundlinie stehend, die sich vermöge ihrer Neigung als ein Rest des zersplitterten Bogens zu erkennen gab. Von solchen Grundlinien schienen die Strahlen in den meisten Fällen rechtwinklig auszugehen; zuweilen aber standen sie vertical, obgleich die Basis geneigt war. Im WSW. und ONO. stiegen die Lichtbüschel in südlicher Richtug auf, unter einem Winkel von 40 bis 60° gegen den Horizont. Was man Nordlichtskrone genannt hat, hätte sich jetzt wohl bilden müssen; allein ich sah sie nie recht deutlich.

Im letzten Stadium nahmen die Bewegungen ab, die Lichtmassen wurden blässer und breiteten sich mehr über den südlichen Himmel aus. Sie sammelten sich gewöhnlich wieder zu einem regelmäfsigen Bogen, dessen Scheitel oft ganze 70° südlich vom Zenithe stand, aber immer noch in einer Fläche lag, die mit der im ersten Stadium parallel zu seyn schien. Endlich löste sich auch dieser Bogen auf, und es verschwand entweder alles Licht oder das Phänomen fing wieder von vorne an.

Ein einzelner Cyclus der beschriebenen Veränderungen dauerte in der Regel nicht über ein Paar Stunden, und war oft in viel kürzerer Zeit beendigt. In der Zeit, da die Nordlichter am häufigsten erschienen, war es, mit Ausnahme von 3 bis 4 Stunden am Tage, immer dunkel genug, um sie wahrnehmen zu können; allein dennoch sah ich sie vor 5 ½ Uhr Abends. In der Regel fingen sie zwischen 7 bis 10 Uhr Abends an, und waren noch vor Mitternacht beendigt; länger als bis 4 Uhr Morgens erinnere ich mich nicht sie bemerkt zu haben.

Ein Geräusch bei der Erscheinung habe ich nicht gehört; auch läugnen die meisten Einwohner hieselbst die

Digitized by Google

die Existenz desselben, obgleich Viele es gehört haben wollen.

Ein cylindrischer Magnetstab, der zu meinen Intensitätsbeobachtungen diente, machte an den verschiedenen Tagen, in meinem Zimmer, Schwingungen von veränderlicher Dauer. Im Minimo braucht er 611″,2 und im Maximo 618″,8 zu 200 Schwingungen. Seine Abweichung nach Westen veränderte sich von Zeit zu Zeit um volle *vier* Grade. Im Anfange glaubte ich eine Beziehung zwischen beiden Arten von Schwankungen und dem Nordlichte zu finden, allein in der Folge schien sich diese nicht weiter bestätigen zu wollen. Ich habe indefs die Beobachtungen *) für Sie aufgehoben. —

Zusatz. Zum Nutzen derjenigen, die etwa den Einfluſs der Nordlichter auf die Magnetnadel verfolgen, hat mir Hr. Keilhau, der sich gegenwärtig für einige Zeit in Berlin aufhält, noch den nachfolgenden Auszug aus seinen Tagebüchern zur Bekanntmachung übergeben. (*P.*)

Verzeichniſs
der Nordlichter, welche vom 28. September 1827 bis zum 23. März 1828 in Finnmarken beobachtet wurden.

Sept. 28.	starkes Nordlicht, von Mitternacht bis 4^h Morg. (d. 29.)
Oct. 1.	schwaches
- 16.	schwaches
- 18.	stark, zum Theil mit prismatischen Farben
- 19.	schwach
- 30.	ziemlich stark, von $6-8^h$ Abends
Nov. 11.	stark, von $7\frac{1}{2}$ bis $12\frac{1}{2}^h$ (d. 12.)
- 13.	schwach, von 7^h Abends
- 19.	schwach, von 10^h Abends
- 22.	stark

*) Leider sind sie sehr fragmentarisch, und besonders muſs ich bedauern, daſs die Inclinationsbeobachtungen ganz fehlen. Mein Inclinatorium, ein Dollond'sches, hatte auf der langen Reise längs der Küste von Norwegen so sehr gelitten, daſs zuverlässige Angaben von ihm nicht mehr zu hoffen waren. K.

Digitized by Google

Dec.	1.	von 7 bis 10^h sehr stark; um $7\frac{3}{4}^h$ mit allen Regenbogenfarben flammend
-	7.	ziemlich stark
-	9.	ziemlich stark von 8 bis 10^h; einige Lichtwellen gefärbt
-	10.	stark, aber kurz dauernd, um 10^h Abends
-	13.	stark, von 7^h bis 3^h Morg. (d. 14.)
-	21.	schwach, um 10^h bis Mitternacht
-	24.	schwach, um 11^h Abends
-	29.	stark, zum Theil gefärbt
-	31.	stark, von 9 bis 10^h Abends, zum Theil prismatisch
Jan.	1.	schwach, um $11\frac{10}{24}^h$
-	3.	schwach, um $9\frac{1}{2}^h$
-	4.	stark, von 6 bis 7^h; um $9\frac{1}{4}^h$ stärker, aber schnell verschwindend.

Wo die Stunde nicht ausdrücklich angegeben ist, wurden die Nordlichter zwischen 7 und 10 Uhr Abends gesehen.

XI *Ueber einen am 29. Sept. 1828 in England gesehenen Lichtbogen.*

Der folgende Bericht ist aus den *Philosoph. Mag. and Annals T. 4. p. 337.* entlehnt, und stammt von Herrn Capitain Kater her.

Am 29. Sept. 1828 beobachteten wir, Prof. Moll und ich, während unseres Aufenthaltes zu Chesfield Lodge bei Stevenage, um $8^h\,35'$ mittlerer Zeit, einen Lichtbogen, der sich vom östlichen bis zum westlichen Horizonte über den Himmel ausbreitete. Das Licht des Bogens war weifs, entweder ganz oder beinahe gleichförmig, und stärker als das der Milchstrafse. Die Breite war fast überall gleich, und betrug ungefähr drei Viertel des Abstandes zwischen β und γ Aquilae, oder $3^o\,45'$. Der Bogen schien vollkommen gut begränzt, und war an den Rändern eben so leuchtend wie in der Mitte; er war so

Digitized by Google

durchsichtig, dafs man deutlich Sterne durch ihn sehen konnte.

Die Beobachtungen wurden in dem Moment gemacht, als der Bogen die Plejaden bedeckte, und gleichen Abstand von α Arietis und γ Andromedae zu haben schien. Er ging zwischen α Aquilae und α Lyrae hindurch, etwa um ein Drittel oder zwei Fünftel des Abstandes zwischen beiden Sternen von α Aquilae entfernt. Prof. Moll bemerkte, dafs die Ränder auf β und γ Ophiuchi standen. Weiter hinab, nahe am westlichen Horizont, schien der Lichtbogen eine sehr merkwürdige Einbiegung nach Norden zu erleiden, und weiterhin verlor er sich sehr nahe am Horizonte in den Wolken. Wenn man den Lauf dieses Meteors auf einer Himmelskugel verfolgt, so sieht man, dafs es nahe die Gestalt eines grofsen Kreises besafs, der den Horizont ungefähr in ONO. und W. $\frac{1}{4}$ S. schnitt. Der Scheitel desselben schien ungefähr eine Höhe von 72° zu haben und in der Ebene der Neigungsnadel zu liegen, so dafs also der Bogen nahe rechtwinklig auf dem magnetischen Meridiane stand.

Um 8^h 42′, mittl. Zeit, schien der Bogen allmählig von Osten nach Westen zu erlöschen, und um 9^h 22′ war keine Spur von ihm mehr sichtbar. Während der ganzen Zeit erschien sein Licht durchaus ruhig und ohne irgend ein Flimmern.

Es blies ein starker Wind aus Südost. Die Sterne waren ungewöhnlich hell. Das Barometer stand auf 29,12 Zoll, und das Thermometer auf 59° F.

Es ist vielleicht nicht ohne Interesse hinzuzufügen, dafs, nach der Beobachtung eines Dritten, die Sonne ein sehr ungewöhnliches Ansehn bei ihrem Untergange besafs, indem sie, wie derselbe sagte, eine bleiche, schmutzig gelbe Farbe zeigte. Eben so wurde mir in einem Briefe, den ich aus Cromer in Norfolk erhielt, gemeldet, dafs an jenem Abend die Sonne sehr schön, aber ganz anders

Digitized by

als gewöhnlich, untergegangen sey; es ist aber nicht angegeben, worin die Ungewöhnlichkeit bestand.

Chesfield Lodge liegt unter 51° 56′ 15″ Breite und 43″ in Zeit westlich von Greenwich.

Zusatz. Dasselbe Phänomen ist auch an mehreren andern Orten in England gesehen worden, und die Beschreibungen stimmen im Ganzen mit der so eben mitgetheilten überein. Wenn die Lage dieses Lichtbogens gegen Sterne überall sorgfältig angegeben wäre, so liefse sich vielleicht die Höhe desselben annähernd ausmitteln; allein aus dem Berichte des Hrn. B. M. Forster (a. a. O. Vol. 2. p. 403.) scheint hervorzugehen, dafs das Phänomen eine von Norden nach Süden fortschreitende Bewegung gehabt habe, und dadurch wird dann offenbar eine solche Schätzung noch unzuverlässiger, als sie an sich schon ist.

Dafs übrigens ähnliche Lichtbogen schon früher von Cavallo, Cavendish und Anderen beobachtet worden sind, dafs sie häufiger mit Nordlichtern, als ohne dieselben erscheinen, dafs einige sich bewegen und andere wiederum nicht, kann man aus einem Aufsatze des Hrn. Prof. Hällström, im Bd. 18. S. 74. dies. Annal., ausführlicher ersehen. Die so eben mitgetheilte Beschreibung fügt den älteren Nachrichten im Grunde nichts Neues hinzu; dennoch dürfte es nicht nicht überflüssig seyn, wiederum auf eine Erscheinung aufmerksam gemacht zu haben, über deren Zusammenhang mit den Nordlichtern, geschweige denn über deren Natur, noch so wenig Genügendes zu Tage gefördert worden ist.

(*P.*)

Digitized by Google

XII. *Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Tunis vom* 16. *Juli* 1824 *bis zum* 31. *October* 1827; *von C. J. Falbe.*

(Mitgetheilt vom Hrn Prof. Schumacher in Altona.)

Bemerkungen. Das Thermometer hing in freier Luft, 30 Fufs über dem Meeresspiegel gegen Norden, und war weder der Sonne ausgesetzt, noch in Berührung mit der Mauer oder dem Fenster, woran es durch ein Netz von Kupferdraht befestigt war. Es fiel niemals unter den Frostpunkt, und daher war es überflüssig, die Grade besonders mit + zu bezeichnen.

Die Zurückstrahlung von den nahe liegenden Gebäuden hatte nur einen sehr geringen Einfluſs auf das Thermometer. Die nächste Mauer stand gegen Osten und war in den Sommermonaten nur ein oder zwei Stunden lang nach Aufgang der Sonne derselben ausgesetzt, und zu diesen Stunden wurde der Thermometerstand nicht aufgezeichnet. Auf seinem Standpunkt war das Thermometer gleichfalls gegen den Einfluſs eines Zugwindes geschützt, welcher oft kühler ist als die übrige Luft, und in den engen Strafsen der Stadt, wohin die Sonne niemals scheint, gespürt wird.

Die angeführte Windrichtung war die, welche innerhalb 24 Stunden vorherrschte.

Bei schönem Wetter kommt in Tunis der Wind gewöhnlich am Tage vom Meer, und in der Nacht vom Lande, so dafs er in 24 Stunden fast den ganzen Compafs durchläuft. Die Seewinde erheben sich gewöhnlich gegen 10 Uhr Vormittags von Nordost, werden dann weiter am Tage östlich, nach Sonnenuntergang südlich, und in der Nacht allmählig westlich, worauf sie kurz nach Sonnenaufgang nach und und nach in Windstille übergehen. An

Digitized by Google

denjenigen Tagen, an welchen die Seewinde sich von Norden oder Nordosten erheben, oder sich westlich halten, steht das Thermometer Vormittags zwischen 9 und 10 Uhr am höchsten. Kommt dagegen der Wind aus Osten, Südosten, Süden oder Südwesten, so steigt die Hitze bis gegen Nachmittag, und mit diesen Winden sieht man im Sommer das Thermometer bis über 30° R. steigen.

Die Tage, deren Anzahl in den beiden ersten Columnen für die Windstärke und Witterung angegeben ist, kann man als gleichbedeutend mit den Tagen von schönem Wetter in Europa ansehen.

Im Sommer, wo der Regen nur in einzelnen Gewitterschauern fällt, wurde ein viertelstündiger Regen für den kürzesten genommen, um einen Tag noch als Regentag zu bezeichnen. Wenn Regen von dieser Dauer nicht mehr aufgeführt worden wären, so würde man in den Monaten Juni, Juli und August fast niemals Regentage finden, und man müfste dann von den im übrigen Theil des Jahres aufgezeichneten Regentagen ein Viertel ausstreichen.

Digitized by Google

Jahr.	Monat.	Thermometerstände nach Reaumur.									Windrichtung.									Windstärke.				Wetter.			
		Höchste Stände			Morgens vor Sonnenaufgang			Abends zwischen 10h u. 12h			Diese 3 Columnen geben ein Medium vom Wind und Wetter für jede 24 Stunden																
		Maximum.	Minimum	Medium.	Maximum.	Minimum.	Medium.	Maximum.	Minimum.	Medium.	Still und veränderlich.	S.	SO.	Ost.	NO.	N.	NW.	W.	SW.	Schwach.	Frisch.	Stark.	Sturm	Klar. Trocken.	Trübe. Feucht.	Regen.	Schnee. Hagel.
1824.	Juli . .	30,2	23,0	26,8	21,0	18,0	19,5	24,5	18,0	20,1	-	-	2	6	3	2	2	1	-	6	6	4	-	10	6	-	-
	August	35,8	23,7	28,3	25,5	19,5	21,7	27,4	19,8	22,0	1	5	4	10	-	3	6	1	1	10	15	6	-	15	16	-	-
	Septbr.	27,0	20,0	24,6	20,8	14 0	18,5	22,6	15,0	19,2	2	-	2	-	10	-	10	4	2	6	20	4	-	14	10	6	-
	October	26,5	16,5	21,8	18,0	11,9	15,3	19,5	13,0	16,1	2	1	6	4	-	3	8	5	1	16	10	5	-	15	6	10	-
	Novemb.	20,0	14,5	17,2	15,0	7,5	11,5	15,8	9,8	12,6	3	3	2	-	-	1	8	10	3	15	8	6	1	14	14	2	-
	Decemb	17,0	11,0	15,2	11,0	7,2	9,5	12,2	8,1	10,4	1	5	1	-	-	2	9	8	5	14	9	7	1	13	11	7	-
1825.	Januar	14,5	6,8	11,4	10,0	4,5	7,0	10,5	5,5	7,6	2	1	-	-	2	8	10	6	2	16	3	9	3	7	9	14	1
	Februar	15,0	8,6	11,9	9,2	4,2	6,6	10,0	5,0	7,3	-	3	4	1	1	5	7	4	3	12	7	6	3	5	14	6	3
	März .	18,6	5,5	14,3	12,0	4,5	8,1	14,0	5,1	9,2	3	2	3	1	3	4	6	8	1	19	1	7	4	8	10	12	1
	April .	27,0	13,2	18,0	18,0	8,0	11,4	20,6	9,4	11,9	5	2	6	6	2	3	5	1	-	18	3	9	-	13	13	4	-
	Mai . .	25,0	18,0	22,0	15,6	11,5	13,6	17,2	13,0	15,2	2	-	6	5	4	4	10	-	-	10	10	11	-	12	13	6	-
	Juni . .	27,0	20,0	23,8	19,5	13,6	16,6	20,4	15,0	17,7	-	-	3	4	7	4	8	3	1	16	9	5	-	16	12	2	-
	Juli . .	31,0	24,0	26,5	21,0	18,0	19,1	24,0	19,0	20,9	-	-	4	4	9	5	6	3	-	10	15	4	2	14	16	1	-
	August	29,8	24,0	26,2	21,0	18,5	19,2	22,5	19,8	20,1	2	-	3	5	8	7	5	1	-	17	10	4	-	11	15	5	-
	Septbr.	26,8	19,6	23,9	20,2	13,8	18,3	21,8	14,8	19,7	2	-	4	3	8	2	6	4	1	10	15	5	-	8	16	6	-
	October	22,8	15,5	18,6	17,4	9,6	13,5	18,5	11,0	14,9	5	-	4	5	4	3	3	4	3	24	2	5	-	6	13	12	-
	Novemb	19,5	12,4	16,0	15,0	7,8	10,0	15,8	8,4	11,8	1	6	1	-	1	3	7	7	4	21	5	3	1	9	12	9	-
	Decemb.	16,0	9,4	14,2	11,8	6,8	8,9	13,5	7,5	10,0	5	3	2	2	4	-	3	10	2	14	8	7	2	7	16	8	-
1826.	Januar	14,8	4,8	11,0	11,0	2,0	6,3	11,0	2,5	7,2	1	1	5	1	-	4	9	6	4	12	9	8	2	5	11	12	3
	Februar	15,6	11,8	13,9	11,0	5,6	8,7	11,8	8,2	9,8	-	1	3	4	2	6	7	4	1	18	3	6	1	6	13	7	2

Digitized by Google

Jahr.	Monat.	Thermometerstände nach Reaumur.									Windrichtung. Diese 3 Columnen geben ein Medium vom Wind und Wetter für jede 24 Stunden.									Windstärke.				Wetter.			
		Höchste Stände			Morgens vor Sonnenaufgang			Abends zwischen 10h u. 12h																			
		Maximum.	Minimum.	Medium.	Maximum.	Minimum.	Medium.	Maximum.	Minimum.	Medium.	Still und veränderlich.	S.	SO.	Ost.	NO.	N.	NW.	W.	SW.	Schwach.	Frisch.	Stark.	Sturm.	Klar. Trocken.	Trübe. Feucht.	Regen.	Schnee. Hagel.
1826.	März .	20,5	11,2	14,8	12,2	6,5	8,6	13,0	8,0	10,0	2	3	2	4	4	5	7	1	3	16	8	6	1	11	13	7	
	April .	19,6	13,0	16,9	13,8	7,0	10,5	14,8	8,2	11,9	1	1	2	5	3	5	5	8	-	14	4	12	-	6	16	8	-
	Mai . .	26,2	13,6	20,9	17,5	10,0	13,2	18,6	10,5	14,6	-	3	6	3	2	3	6	5	3	19	5	7	-	10	19	2	-
	Juni . .	26,8	21,0	23,9	18,2	13,8	16,1	19,0	15,0	16,8	-	2	4	9	5	4	6	-	-	16	5	7	2	9	18	3	-
	Juli . .	33,0	26,0	28,7	24,4	17,0	20,7	25,0	18,0	21,6	-	4	5	4	6	11	1	-	-	22	8	1	-	14	15	2	-
	August	32,0	27,5	28,6	24,0	16,4	20,4	24,8	18,0	21,6	-	7	7	2	6	9	-	-	-	24	5	2	-	12	18	1	-
	Septbr.	28,5	24,4	26,1	21,8	15,6	19,0	22,4	17,4	20,3	-	1	6	7	7	7	2	-	-	18	8	4	-	8	16	6	-
	October	25,4	17,0	19,6	18,5	10,8	14,0	20,6	12,0	14,9	-	4	1	2	2	10	6	4	2	13	8	9	1	7	19	5	-
	Novemb.	21,4	13,0	16,1	15,8	7,5	11,4	14,5	8,0	11,6	3	1	1	1	4	7	12	-	1	14	7	9		6	11	13	-
	Decemb.	16,0	10,8	13,5	11,8	5,5	8,7	13,6	7,0	9,6	2	3	1	1	4	4	7	6	3	11	9	9	2	3	17	11	-
1827.	Januar	15,5	6,5	12,7	11,0	3,2	7,6	13,0	4,0	8,4	1	4	2	5	-	4	5	6	4	12	4	14	1	10	12	7	2
	Februar	16,5	10,5	14,1	12,2	5,5	8,8	11,8	6,0	9,5	3	4	3	2	-	3	3	9	1	14	6	7	1	11	11	6	-
	März .	19,5	9,2	15,8	13,8	7,0	10,2	14,2	7,0	11,1	4	3	2	2	-	5	9	6	-	13	2	11	5	11	15	5	-
	April .	23,8	12,5	18,2	16,0	6,8	12,0	16,5	6,5	12,5	-	4	3	7	2	5	6	1	2	17	5	7	1	15	10	5	-
	Mai . .	28,0	17,5	21,6	17,0	11,8	13,2	19,8	13,5	15,7	-	4	5	7	3	4	6	2	-	14	7	10	-	8	15	8	-
	Juni . .	28,5	18,2	24,1	18,5	12,0	16,2	20,5	13,2	17,7	3	1	1	10	5	1	5	4	-	18	5	7	-	13	13	4	-
	Juli . .	32,0	26,0	28,4	21,5	17,8	19,3	23,5	20,0	21,7	-	1	3	10	5	4	7	1	-	16	8	7	-	18	12	1	-
	August	34,8	22,0	28,8	23,2	15,0	20,6	26,5	17,5	22,5	4	4	7	6	-	2	7	1	-	18	5	8	-	10	16	5	-
	Septbr.	29,0	18,5	24,0	19,5	14,5	16,9	20,5	15,0	18,5	3	3	3	5	3	5	2	5	1	20	5	4	1	14	11	5	-
	October	24,0	18,2	20,8	20,0	12,2	15,1	21,0	13,5	16,7	2	6	2	1	3	3	7	3	4	19	7	5	-	12	12	7	-

Digitized by Google

89048351571

b89048351571a

Digitized by Google

HC 11/23

Digitized by Google

89048351571

b89048351571a

Digitized by Google